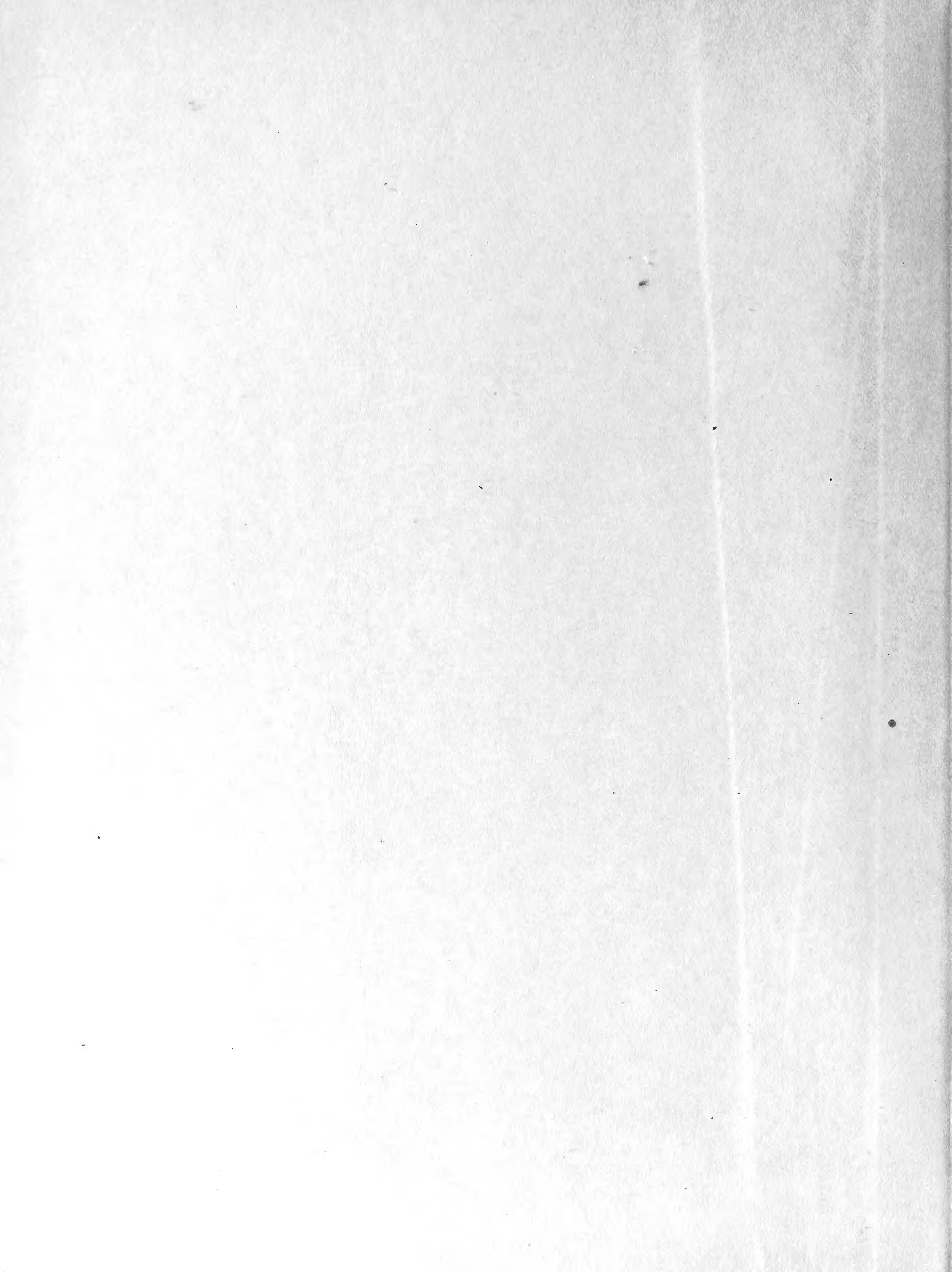




DENKSCHRIFTEN

DER

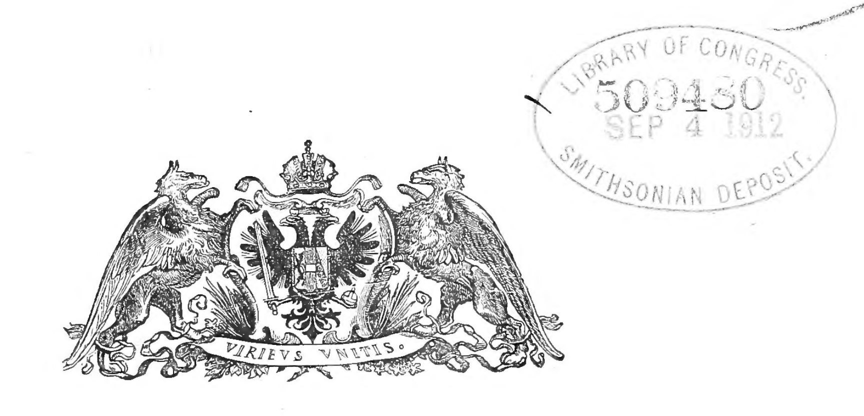
KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE

87

SIEBENUNDACHTZIGSTER BAND



WIEN

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI

1912

Inhalt.

A. Fortsetzung der Berichte der Kommission für Erforschung des **östlichen Mittelmeeres.**

B. Fortsetzung der Berichte der Kommission für ozeanographische Forschungen im **Roten Meere** (nördliche und südliche Hälfte) 1895/96—1897/98.

DEFINITIVE

BAHNBESTIMMUNG DES KOMETEN 1823

VON

ADOLF HNATEK.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 3. NOVEMBER 1910.

I. Einleitung.

Der späterhin durch seine eigentümliche Schweifbildung interessant gewordene Komet des Jahres 1823 wurde wenige Tage nach seinem Periheldurchgang in den letzten Tagen des Dezember 1823 gleichzeitig an verschiedenen Orten mit freiem Auge gesehen. Von seiner ersten Beobachtung am 30. Dezember schreibt Biela, daß der Komet dem bloßen Auge heller erschien als der große Komet vom Jahre 1819, doch hatte sein Kern nach dem übereinstimmenden Urteile aller Beobachter nicht die geschnittene Schärfe des Letzteren. Seine Lichtstärke scheint in der ersten Hälfte des Jänner, abgesehen von einigen Lichtschwankungen, die vielleicht auch auf veränderte Luftverhältnisse zurückgeführt werden können, immer mehr und mehr abgenommen zu haben, bis er am 22. Jänner die Astronomen durch die im Laufe eines einzigen Tages erfolgte Bildung eines zweiten Schweifes überraschte, der gegen die Sonne gerichtet war. Nach den sehr genauen Ausführungen, welche Dr. Westphal, der das Phänomen unten den äußerst günstigen Luftverhältnissen Ägyptens beobachten konnte, in einem Briefe an Harding gibt, scheinen die Vorgänge, welche die Bildung des zweiten Schweifes verursacht haben, auch die Lichtstärke des Kometen überhaupt günstig beeinflußt zu haben, da er Westphal am 24. Jänner wieder fast so hell wie α Draconis erschien. Derselbe schreibt weiter, daß er später, am 28. und 30. Jänner, trotz äußerst klarer Luft von dem zweiten Schweif nicht die geringste Spur sehen konnte, während derselbe am 31. Jänner, also nur einen Tag später, wieder sehr hell und deutlich war. Schon in der nächsten Nacht war der zweite Schweif wieder verschwunden — nun allerdings für immer. Die Lichtstärke des Kometen nahm nun konstant ab, so daß bald nur mehr wenige, mit stärkeren Beobachtungsmitteln versehene Beobachter in der Lage waren, das Objekt weiter zu verfolgen. Die letzte Beobachtung gelang Knorre in Nicolajew am 31. März 1824.

Von dem Aussehen des Kometen während der Sichtbarkeit des zweiten Schweifes gaben mehrere Beobachter (Biela, Harding etc.) Zeichnungen, welche in den »Astronomischen Nachrichten« Bd. III und im »Berliner Jahrbuch« für 1827 reproduziert sind. Biela schreibt überdies von seinem Eindruck in A. N. III, p. 27: »Man bemerkt, daß beide Schweife sich nicht gerade entgegengesetzt waren, sondern einen sehr stumpfen Winkel bildeten, daß der der Sonne entgegengesetzte Schweif lichtstärker, länger und etwas gekrümmt erschien und daß der Himmel zwischen den beiden Schweifen etwas wolkig oder sehr wenig mit mattem, nebligem Licht erfüllt war, da der Himmelsraum über den beiden Schweifen hingegen völlig dunkel war und sich dort die Schweife besser begrenzt zeigten. Noch bemerkte ich, daß der der Sonne zugekehrte zweite Schweif mir nicht so wie der eigentliche Schweif am Kernnebel zunächst, sondern etwa ein Viertel seiner Länge von diesem Kernnebel entfernt am hellsten zu sein schien.« Die von Westphal in Ägypten gemachten Beobachtungen decken sich vollständig mit diesen Bemerkungen Biela's.

Auch die Beobachtungen Gambart's in Marseille bieten äußerst wertvolle Anhaltspunkte für das physische Aussehen des Kometen; sie sind in der weiter unten folgenden chronologischen Zusammenstellung so gegeben, wie sie im Originalmanuskript Gambart's enthalten sind. Ich verdanke dieselben der Güte Dr. Schulhof's, welcher mir eine Kopie der im »Bureau des Longitudes« aufbewahrten Originalbeobachtungen anfertigen ließ.

Nimmt man an, daß der erste Schweif eine fächer- oder kegelförmige Bildung mit ziemlich großem Öffnungswinkel war, was sich mit den Beobachtungen über denselben ziemlich gut verträgt, so wäre bei dem Umstande, als die Erde am 23. Jänner 1824 die Knotenlinie der Kometenbahn passierte, die Annahme einer perspektivischen Wirkung, der zufolge man den ersten Schweif sich zu beiden Seiten des Kometen erstrecken sehen konnte, nicht ohneweiters abzuweisen. Gambart hat sich eingehender mit dieser Möglichkeit beschäftigt und darauf hingewiesen, daß in diesem Falle die Ebenen beider Schweifzweige zusammenfallen mußten. Dies scheint nun tatsächlich nur am 25. Jänner der Fall gewesen zu sein, da er für diesen Tag die ekliptikalen Elemente der Schweifebenen folgendermaßen findet:

1. Schweif:	$i = 77°2$	2. Schweif:	$i = 79°9$
	$\Omega = 120 \cdot 6$		$\Omega = 129 \cdot 0$

Macht man mit Gambart die jedenfalls zulässige Annahme, daß der erste Schweif vom 13. Jänner bis 1. Februar in derselben Ebene geblieben sei, so folgen für die Winkel zwischen Schweif und Radiusvektor:

1824 Jänner 13.	8°2
1824 Februar 1.	11·9

also annähernd gleiche Werte. Da sich nun dieselben Elemente der Ebene und Richtung für den zweiten Schweif als veränderlich erwiesen, so scheint dieser Letztere tatsächlich reelle Richtungsänderungen erlitten zu haben, welche die Annahme einer Wirkung der Perspektive ausschließen. Gambart schließt daher, daß der zweite Schweif reell gewesen sei.

Die vorhandenen Beobachtungen reichen leider nicht aus, diese Rechnungen zu verbessern oder genauer zu gestalten und es bleibt daher nur übrig, Gambart, dem übrigens die eigene Anschauung des interessanten Objektes in nicht zu unterschätzender Weise zu Hilfe kam, das Schlußwort zu lassen, umsomehr als ja auch das ganz plötzliche Erscheinen, Wiederverschwinden und Wiederauftauchen des Schweifes, sowie seine Lichtschwankungen und die gleichzeitige Steigerung der Gesamthelligkeit kaum durch perspektivische Wirkungen allein eine ausreichende Erklärung finden könnten.

Im folgenden sind sämtliche Bemerkungen der Beobachter über das physische Aussehen des Kometen und seiner Schweifbildungen wiedergegeben.

Datum	Beobachter	Bemerkungen über das Aussehen des Kometen
1823 Dez. 30.	Biela, Prag	Der Komet erschien dem bloßen Auge heller als der große von 1819, Schweif zirka 3° lang. (A. N., II, p. 455, und III, p. 27.)
1824 Jän. 1.	Greenwich	The tail appeared extending towards the zenith to the distance of about 4 degrees. The nucleus faint and not well defined. (Astronomical observations made at the Royal observatory at Greenwich in the Year 1824 by J. Pond.)
Jän. 3.—4.	Nicolai, Mannheim	Der Komet hat einen ziemlich bestimmten Kern und ist daher gut zu beobachten; sein Schweif ist ungefähr $1^1/_2$° lang. (A. N., II, p. 455.)
Jän. 5.	Biela, Prag	Nachdem der Komet an Lichtstärke und Schweiflänge etwas abgenommen, war er am 5. Jänner wieder heller und sein Schweif länger als am 31. Dezember. (A. N., II, p. 467.)
	Harding, Göttingen	Die Länge des Schweifes betrug $4^3/_4$°. Der Kern erschien am vierfüßigen Fraunhofer bei 126maliger Vergrößerung so hell wie ein Stern 6. Größe, sein Durchmesser betrug fast 3". (A. N., II, p. 472.)
Jän. 6.	Biela, Prag	Der Komet ist wieder viel kleiner als am 5. Jänner. (A. N., II, p. 467.)
Jän. 9.	Nicolai, Mannheim	Der Komet hat gar nicht an Lichtstärke zugenommen, obwohl er sich der Erde sehr merklich nähert. (A. N., II, p. 469.)
	Palermo	Nucleo di 8" circa, vivace, ma si confonde colla nebulosità, il cui diametro è di 1' 40" circa. La coda nel telescopio di notte si estende a 6° circa. (Del reale osservatorio di Palermo libro VII—IX, p. 28.)
Jän. 10.	Palermo	Cometa non ben visibile. Cielo pieno di nebbia e di nuvole con vento forte. (A. a. O.)
	Harding, Göttingen	Wolken. Schweif in den heitersten Momenten nur in einer Ausdehnung von kaum 3° zu sehen. Auch der Kern scheint nicht mehr so glänzend wie vorher. (A. N., II, p. 472.)
Jän. 11.	Gambart, Marseille	La comète est toujours fort belle, et l'on distingue un commencement de noyeau ou portion lumineuse, qui se détache de la nébulosité; ce n'est pourtant pas, il s'en faut, un disque tranché comme celui de la comète bien remarquable de 1819. (Connaissance des temps 1827, p. 313.)
	Olbers, Bremen	Bei Mondschein war der Komet noch gut zu erkennen, aber bei weitem nicht so hell und so gut begrenzt, wie in den ersten Tagen. (A. N., II, p. 469.)
	Palermo	Cometa appena visibile per le nuvole. Il cielo si copri tutto. (A. a. O.)
Jän. 12.	Palermo	Il nucleo meno distinto. La coda della stessa lunghezza. (A. a. O.)
	Greenwich	The tail appeared to be diminished and nucleus very indistinct. (A. a. O.)
Jän. 13.	Gambart, Marseille [1]	Queue environ 5°, droite, va un peu en s'élargissant. Son axe passe par le point situé à 8' environ à l'ést et sur le parallèle même de 88 Bode Couronne.
Jän. 16.	Encke, Seeberg	Die Lichtschwäche erlaubt keine Beleuchtung (der Fäden!). (A. N., II, p. 491.)

[1] Aus dem Originalmanuskript Gambart's, welches mir Herr Dr. Schulhof kopieren ließ und welches mehr enthält als die Con. des Temps 1828.

Datum	Beobachter	Bemerkungen über das Aussehen des Kometen
1842 Jän. 17.	Hallaschka, Prag	Der Komet erschien durch das Fernrohr und den Kometensucher angesehen sehr schwach und matt. (Sammlung der vom 8. Mai 1817 bis 31. Dezember 1827 im k. k. Konviktgebäude angestellten Beobachtungen von C. Hallaschka.)
Jän. 18.	Greenwich	Comet very faint. (A. a. O.)
Jän. 19.	Greenwich	Comet very faint. (A. a. O.)
Jän. 20.	Gambart, Marseille[1]	☄ a à peu près les mêmes apparences. (Wie Jänner 13.)
Jän. 21.	Palermo	Il nucleo si confonde colla nebulosità; ma sembra di 10" circa. Nebulosità $1^1/_3$° circa. La coda di 5° nel telescopio di notte. (A. a. O.)
Jän. 22.	Biela, Prag	Der Komet zeigt im Sucher des $2^1/_2$füßigen Dollond zwei Schweife, von denen der eine gegen die Sonne gerichtet ist und etwas matter aber doch gut zu erkennen ist. Vorher bis zum 17. Jänner war davon nichts zu bemerken. (A. N., III, p. 27.)
Jän. 22—23.	Westphal, Ägypten (aus einem Brief an Harding und von letzterem mitgeteilt)	Den anomalen Schweif bemerkte ich zuerst am 23. Jänner, und zwar von fast gleicher Helligkeit wie die des von der Sonne abgekehrten. Unerklärlich ist mir, daß ich am 22., da er einer Zeitungsnachricht zufolge in Berlin schon mit einem kleinen Taschenperspektiv gesehen wurde, auch nicht eine Spur von ihm bemerkte, obgleich ich den Kometen lange Zeit aufmerksam betrachtete und die Lage und Figur seines Schweifes aufzeichnete. Am 23. erschien er so hell, daß er sogar von verschiedenen Personen mit bloßem Auge wahrgenommen worden war. Der Komet hatte damals gerade das Ansehen, wie der bekannte, spindelförmige Nebelfleck in der Andromeda und ich schätzte die Länge des anomalen Schweifes auf $4^1/_4$°, die des gewöhnlichen auf $3^1/_2$°. (Berliner Jahrb., 1827, p. 133.)
Jän. 23.	Palermo	Cometa meno visibile; nucleo indistinto e poco vivace. Coda di 4° circa. (A. a. O.)
	Greenwich	Comet very faint. (A. a. O.)
Jän. 24.	Gambart, Marseille	Deux queues directément opposées (aus dem Originalmanuskript).
	Paris	La comète avait deux queues, presqu'en ligne droite; celle opposée au soleil avait environ 4° de longeur et la seconde environ 3°; Cette dernière était moins apparente que la première, mais cependant très visible. (Observations astronomiques faites a l'observatoire Royal de Paris. Tome II.)
	Palermo	Cometa appena visibile. Osservazioni poco buone per le nuvole. (A. a. O.)
	Westphal, Ägypten	Bei sehr abwechselnder Witterung ließ sich der anormale Schweif in einer Ausdehnung von nicht weniger als 7° erkennen, war aber kaum halb so breit als der normale, dessen Länge nur $4^1/_2$° betrug. Etwa $1^1/_2$° abwärts vom Kopfe des Kometen, welcher diesen Abend größer wie vorhin und fast ganz so hell als der in seiner Nähe befindliche Stern α Draconis erschien, war der anomale Schweif merklich schwächer, nahm aber weiterhin wieder allmählich an Licht zu. (B. J. 1827.)

[1] Aus dem Originalmanuskript Gambart's, welches mir Herr Dr. Schulhof kopieren ließ und welches mehr enthält als die Conn. des Temps 1828.

Datum	Beobachter	Bemerkungen über das Aussehen des Kometen
1824 Jän. 24—25.	Hansen, Altona	Der gegen die Sonne gerichtete Schweif war der längere und schien in einer Spitze zu endigen. (A. N., II, p. 491.)
Jän. 25. (morgens)	Gambart, Marseille	L'ancienne queue a 4°, elle fait un peu l'eventail, et a vers son extrêmité environ 45' de largueur; la nouvelle queue est beaucoup plus déliée et assez bien terminée, longueur 3°, largueur $^1/_3$ de l'autre.
Abends	Gambart, Marseille	Toujours deux queues, mais j'éstime, que leurs axes ne font plus qu' un angle de 270°, dont le sommet est opposée au pôle. Il y a diminution de lumière.
Jän. 26.	Gambart, Marseille	La queue opposée au soleil n'a guère plus de 2°, la seconde diminue de même. Angle de leur axe éstimé à 165°; les queues beaucoup moins marquées. (Aus dem Originalmanuskript.)
Jän. 27.	Palermo	Cometa debolissima; nucleo confuso. Nebulosità impicciolita appena di 1' di diametro. Coda nel telescopio di notte $2^1/_2$° circa. (A. a. O.)
	Hallaschka, Prag	Bei diesem Gestirn war das Merkwürdigste, daß es sich am 27. Jänner und durch einige darauffolgende Tage mit einer doppelten, gerade entgegengesetzten Lichtatmosphäre zeigte, die ihre Lage änderte. (A. a. O.)
	Biela, Prag	Biela beobachtete den zweiten Schweif bis zum 27. Jänner, obwohl derselbe schon schwächer zu erkennen war, so daß er übersehen worden wäre, wenn seine Lage nicht bekannt gewesen wäre. (A. N., III, p. 27.)
Jän 27.—28.	Westphal, Ägypten	Der Komet war nur in kurzen Zwischenzeiten zwischen finsterem Gewölk zu sehen, sein Kern erschien im Sucher noch so hell wie ein Stern 5. bis 6. Größe und wie aus mehreren Lichtpunkten zusammengesetzt. Der von der Sonne abgewendete Schweif dehnte sich fast 3° lang aus, war breit und hell, der nach der Sonne gerichtete hatte weniger Licht, war aber etwas länger und schmäler. Beide Schweife waren gerade ausgestreckt, machten aber am Kometenkopfe einen stumpfen Winkel von zirka 170°. So heiter auch die Nacht vom 28. Jänner war, so konnte ich doch vom anomalen Schweif nicht die geringste Spur wahrnehmen, dagegen erschien er wieder am
Jän. 31.	Westphal, Ägypten	31. Jänner bei gleichfalls ganz wolkenfreiem Himmel auf den ersten Blick im Sucher, wiewohl blässer und schmäler aber etwas länger als der von der Sonne abwärts gekehrte Schweif; beide machten jetzt einen bedeuenden Winkel am Kometen, den ich nach einer beiläufigen Rechnung $= 138^1/_2$° fand. Später habe ich von diesem sonderbaren Schweif nichts mehr gesehen, und auch am 30. Jänner konnte ich keine Spur von ihm gewahr werden, da er doch 24 Stunden später so hell und deutlich zu sehen war. (B. J. 1827.)
Jän. 30.	Gambart, Marseille	Les deux branches diminuent et de lumière et de longueur. L'ancienne a encore 1·5°; elle s'étend en largueur et n'est plus terminée; la seconde se voit à peine, n'est plus qu'une lueur confuse; traces jusqu'à 1·2° de la tête. Angle entre les axes estimé 150°.
Febr. 1.	Gambart, Marseille	Longueur de l'ancienne queue 1·5°; son axe passe par la nébuleuse 81 Messier; on voit à peine la seconde branche; elles font un angle de 130°, sommet vert le pôle.
Febr. 3.	Gambart, Marseille	Ciel très pur; on ne voit que la trainée opposée au soleil. (Originalmanuskript.)

Datum	Beobachter	Bemerkungen über das Aussehen des Kometen
1824 Febr. 5.	Palermo	La cometa è assai incerta; il suo nucleo non si distingue piu dalla nebulosità; e la coda non è piu di 1° circa. (A. a. O.)
Febr. 6.	Gambart, Marseille	Beau ciel, mais la comète est toujours bien faible. (Connaissance 1827.)
		Ciel magnifique. ☋ bien visible au chercheur, où elle parait avec plus de lumière que la nebuleuse d'Hercule. Queue courte, mais assez large. (Originalmanuskript.)
Febr. 11.	Gambart, Marseille	On ne voit, pour ainsi dire, plus la comète. (Conn. d. T. 1827.)
	Littrow, Wien	Vom doppelten Schweif war nichts zu sehen. (A. N., III, p. 113.)
Febr. 16.	Winiewski, Petersburg	Der Komet ist schon lichtschwach und dem bloßen Auge unsichtbar, er gleicht einem Nebelflecke von 3' Durchmesser. (Aus einem Brief an die A. N.)
Febr. 17.	Gambart, Marseille	On voit très bien la comète dans le chercheur, où elle est a peu près ainsi apparente, que la nébuleuse d'Antares. En l'examinant avec attention, on soupconne une petite lueur opposee au soleil, en forme d'eventail, dont l'angle d'ouverture est de 90° environ. (Conn. d. T. 1827.)
Febr. 18.	Hansen, Altona	Im Meridiankreis verschwindet der Komet schon bei der schwächsten Fadenbeleuchtung. (A. N., III, p. 29.)
Febr. 21.	Olbers, Bremen	Komet vielleicht, weil nicht ganz heiter, so lichtschwach, daß man Ein- und Austritt nur mit Schwierigkeit sehen kann, obgleich noch immer ein kleiner Kern durchzublicken schien. (A. N., III, p. 46.)
Febr. 28.	Gambart, Marseille	La comète etait plus faible, que jamais. (A. a. O.)
März 4.	Struve, Dorpat	Komet schwach, aber von großem Durchmesser, von einem Schweif keine Spur. (A. N., III, p. 184.)
März 7.	David, Prag	Komet als kaum bemerkbarer unförmiger Dunst, den man nicht für den Kometen hätte halten können, wenn sein Ort nicht bekannt gewesen wäre. (A. N., III, p. 117.)
März 19.	Olbers, Bremen	Komet als kleiner, ganz unbegrenzter Nebel, so schwach, daß man das Auge immer erst am Dunklen ausruhen lassen müßte. (A. N., III, p. 89.)
März 24.	Harding, Göttingen	Der Komet im 13füßigen Schröter noch sehr deutlich und mit einem hellen, sehr feinen Lichtpunkt in der Mitte des Nebels erschienen. (A. N., III, p. 194.)

Von diesem Kometen sind bis jetzt acht Elementensysteme gerechnet worden, die sich in der »Connaissance des Temps«, in den A. N., sowie im »Berliner Jahrbuch« publiziert finden.

Die Angabe des mittleren Äquinoktiums fehlt meist, ein Umstand, der bei dem damaligen Usus, oft das Äquinoktium eines Beobachtungsdatums zugrunde zu legen, ihre Vergleichung wesentlich erschwert. Das erste System scheint von Gambart gerechnet worden zu sein und ist in C. d. T. 1828, p. 277 publiziert. Ich entnehme dasselbe dem Buche: »Galle, Kometenbahnen«, da die »Connaissance« für 1828 auf der Wiener Sternwarte fehlt und mir auch anderswo nicht zugänglich war:

1. Elemente Gambart (nach Galle):

T = 1823 Dezember 9·4346 mittl. Zeit Greenwich

ω = 28° 30' 33"

Ω = 303 3 13

i = 103 48 25

$\log q$ = 9·355637

Ein weiteres System wurde von Hansen unter Benützung seiner beiden Beobachtungen von 1824 Jänner 24. und Jänner 25. gerechnet:

2. Elemente Hansen (A. N., II, p. 491).

T = 1823 Dezember 9·4397 mittl. Zeit Greenwich
ω = 28° 30' 23"
☊ = 303 3 22
i = 103 48 32
log q = 9·355 54

Dieses System wurde von Hansen kurze Zeit nachher, wahrscheinlich durch Verwendung genauer reduzierter Beobachtungen, folgendermaßen verbessert:

2*a*. Elemente Hansen (A. N., II, p. 495).

T = 1823 Dezember 9·44431 mittl. Zeit Greenwich
ω = 28° 29' 55"3
☊ = 303 3 22·2
i = 103 48 37·5
log q = 9·355 3934

Weitere zwei Systeme wurden von Nicolai in Mannheim gefunden, und zwar das erste:

3. Elemente Nicolai (A. N., II, p. 493).

T = 1823 Dezember 9·4145 mittl. Zeit Greenwich
ω = 28° 42' 46"
☊ = 303 1 18
i = 103 50 20
log q = 9·35 796

unter Zuziehung seiner Beobachtung 1824 Jänner 12. Dieses System entfernt sich derart von den wahren Werten, daß es kaum für die nächsten Tage ausgereicht haben dürfte. Nicolai verbesserte diese Elemente daher kurz nachher unter Zugrundelegung von vier Beobachtungen: 1824 Jänner 3., Jänner 9., Jänner 12. und Februar 2. und erhielt damit Elemente, die sich nur mehr um ein geringes von den wahren unterscheiden:

3*a*. Elemente Nicolai (A. N., III, p. 109).

T = 1823 Dezember 9·43751 mittl. Zeit Greenwich
ω = 28° 30' 20"6
☊ = 303 3 39·4
i = 103 47 53·9
log q = 9·355 5383

Die aus Pariser Beobachtungen abgeleiteten

4. Elemente Nicollet (A. N., III, p. 46).

T = 1823 Dezember 9·3477 mittl. Zeit Greenwich
ω = 29° 3' 2"
☊ = 302 59 14
i = 103 57 15
log q = 9·36320

können wohl nur als rohe Annäherung bezeichnet werden, während sich das von Encke gerechnete System:

5. Elemente Encke (A. N., III, p. 113).

$$\begin{aligned} T &= 1823 \text{ Dezember } 9\cdot44699 \text{ mittl. Zeit Greenwich} \\ \omega &= 28^\circ\ 28'\ 30''9 \\ \Omega &= 303\quad 3\quad 0\cdot5 \\ i &= 103\quad 48\quad 3\cdot1 \\ \log q &= 9\cdot355\ 0726 \end{aligned}$$

den Beobachtungen wieder ziemlich gut anschließt. Den größten Bogen (bis 1824 März 2.) umfaßt das von Schmidt in Göttingen unter Gauss' Anleitung berechnete Elementensystem. Leider fehlt auch hier die Angabe des mittleren Äquinoktiums, auf welches die Bahnelemente bezogen sind:

6. Elemente Schmidt (Astron. Jahrb. 1827, p. 129).

$$\begin{aligned} T &= 1823 \text{ Dezember } 9\cdot44697 \text{ mittl. Zeit Greenwich} \\ \omega &= 28^\circ\ 29'\ 36''9 \\ \Omega &= 303\quad 3\quad 51\cdot3 \\ i &= 103\quad 47\quad 46\cdot0 \\ \log q &= 9\cdot355\ 3041 \end{aligned}$$

Dieses System habe ich als für das Äquinoktium 1824·0 geltend angenommen und allen weiteren Rechnungen zugrunde gelegt. Diese Annahme dürfte allerdings nicht richtig sein, da Schmidt a. a. O. einige Beobachtungen mit diesen Elementen vergleicht und überall nahezu konstante Differenzen zwischen diesen und den unten folgenden Vergleichen mit der unter Annahme des Äquinoktiums 1824·0 gerechneten Ephemeride auftreten. Diese Differenzen bleiben aber überall so gering, daß die differenzielle Natur des Rechnungsvorganges in keinem Teile des beobachteten Bahnstückes beeinträchtigt wurde und diese erleichternde Annahme gestattet erscheint.

Überträgt man die Elemente der Bahnebene auf den Äquator als Fundamentalebene, so werden:

$$\left.\begin{aligned} \omega' &= 6^\circ\ 48'\ 26''60 \\ \Omega' &= 295\quad 39\quad 55\cdot44 \\ i' &= 115\quad 26\quad 55\cdot60 \end{aligned}\right\}\ \text{mittl. Äqu. } 1824\cdot0$$

und die Äquatorkonstanten zur Berechnung der Ephemeride (logarithmisch):

$$x = 9\cdot1195031 \sin(138^\circ\ 36'\ 42''35 + v) \sec^2 \frac{v}{2}$$

$$y = 9\cdot3192583 \sin(265\quad 8\quad 26\cdot67 + v) \sec^2 \frac{v}{2}$$

$$z = 9\cdot3109772 \sin(\ 6\quad 48\quad 26\cdot60 + v) \sec^2 \frac{v}{2}$$

II. Sonnenkoordinaten.

Die Werte für Länge, Breite und Radiusvektor der Sonne sind für die Dauer der Sichtbarkeit des Kometen in Intervallen von zwei Tagen für die jeweilige Greenwicher Mitternacht nach den Sonnentafeln von Newcomb neu gebildet worden und wurde denselben Tafeln die Sternzeit im mittleren Greenwicher Mittag entnommen. Die erhaltenen Werte sind trotz ihrer guten Übereinstimmung mit den Angaben des »Berliner Jahrbuches« und des »Nautical Almanac« sowie der »Connaissance des Temps« für 1823 und

1824 durch eine unabhängige Rechnung nach den Hansen'schen Sonnentafeln von zehn zu zehn Tagen überprüft. Mit Hilfe der nach Newcomb erhaltenen Schiefe der Ekliptik:

$$\varepsilon_{1823\cdot 0} = 23^\circ\ 27'\ 44''33$$
$$\varepsilon_{1824\cdot 0} = 23\ \ 27\ \ 43\cdot 86$$

wurden nach den Formeln

$$X = R \cos L$$
$$Y = R \sin L \cos \varepsilon - 1\cdot 93\, B$$
$$Z = R \sin L \sin \varepsilon + 4\cdot 45\, B$$

die rechtwinkeligen Äquatorkoordinaten sechsstellig berechnet.

Alle Angaben der folgenden Tabellen für die Sonnenkoordinaten beziehen sich auf das mittlere Äquinoktium 1824·0.

Sonnenkoordinaten							
Datum	$L_{1824\cdot 0}$	$B_{1824\cdot 0}$	log R	Sternzeit im mittleren Greenwicher Mittag	X	Y	Z
1823 Dez. 28·5	276° 31' 56"32	−0"06	9·992 7051	18h 24m 36s98	+ 0·111 866	− 0·896 186	−0·388 972
30·5	278 34 22·09	+0·21	6971	32 30·09	0·146 576	0·891 947	0·387 131
1824 Jänn. 1·5	280 36 46·22	+0·47	6960	40 23·21	0·181 098	0·886 594	0·384 807
3·5	282 39 8·78	+0·70	7018	48 16·33	0·215 384	0·880 131	0·382 001
5·5	284 41 29·83	+0·91	7148	18 56 9·45	+ 0·249 396	− 0·872 569	−0·378 718
7·5	286 43 49·29	+1·03	7354	19 4 2·56	0·283 091	0·863 919	0·374 962
9·5	288 46 6·86	+1·04	7643	11 55·67	0·316 430	0·854 194	0·370 741
11·5	290 48 22·11	+0·91	8024	19 48·78	0·349 368	0·843 408	0·366 061
13·5	292 50 34·63	+0·70	8507	27 41·90	+ 0·381 867	− 0·831 575	−0·360 927
15·5	294 52 44·45	+0·42	9100	35 35·02	0·413 891	0·818 715	0·355 347
17·5	296 54 51·91	+0·15	9·992 9809	43 28·14	0·445 401	0·804 845	0·349 327
19·5	298 56 57·40	−0·06	9·993 0629	51 21·26	0·476 363	0·789 979	0·342 876
21·5	300 59 1·09	−0·16	1551	19 59 14·37	+ 0·506 742	− 0·774 135	−0·336 000
23·5	303 1 2·85	−0·12	2562	20 7 7·48	0·536 498	0·757 326	0·328 705
25·5	305 3 2·35	+0·02	3652	15 0·59	0·565 594	0·739 574	0·320 999
27·5	307 4 59·10	+0·24	4810	22 53·70	0·593 988	0·720 901	0·312 893
29·5	309 6 52·53	+0·49	6030	30 46·81	+ 0·621 648	− 0·701 330	−0·304 397
31·5	311 8 41·99	+0·72	7308	38 39·92	0·648 537	0·680 887	0·295 523
1824 Febr. 2·5	313 10 26·83	+0·89	9·993 8641	46 33·03	0·674 618	0·659 598	0·286 283
4·5	315 12 6·42	+0·98	9·994 0029	20 54 26·14	0·699 861	0·637 493	0·276 688
6·5	317 13 40·21	+0·95	1477	21 2 19·25	+ 0·724 234	− 0·614 602	−0·266 753
8·5	319 15 6·69	+0·79	2989	10 12·36	0·747 708	0·590 957	0·256 491
10·5	321 16 28·56	+0·55	4575	18 5·48	0·770 260	0·566 590	0·245 916
12·5	323 17 42·79	+0·22	6244	25 58·60	0·791 864	0·541 532	0·235 042
14·5	325 18 50·59	−0·00	8002	33 51·72	+ 0·812 499	− 0·515 815	−0·223 881
16·5	327 19 52·43	−0·17	9·994 9849	41 44·83	0·832 142	0·489 469	0·212 447
18·5	329 20 48·60	−0·23	9·995 1778	49 37·94	0·850 769	0·462 523	0·200 752
20·5	331 21 39·56	−0·17	3778	21 57 31·04	0·868 361	0·435 009	0·188 809

Sonnenkoordinaten								
Datum	$L_{1824\cdot0}$	$B_{1824\cdot0}$	log R	Sternzeit im mittleren Greenwicher Mittag	X	Y	Z
1824 Febr. 22·5	333° 22' 24"89	+0"00	5835	22h 5m 24s15	+ 0·884 896	− 0·406 959	−0·176 634
24·5	335 23 4·44	+0·22	9·995 7939	13 17·26	0·900 354	0·378 408	0·164 241
26·5	337 23 37·88	+0·45	9·996 0079	21 10·37	0·914 719	0·349 391	0·151 645
28·5	339 24 4·77	+0·66	2247	29 3·48	0·927 965	0·319 944	0·138 862
1824 März 1·5	341 24 24·58	+0·80	4438	36 56·58	+ 0·940 076	− 0·290 103	−0·125 909
3·5	343 24 36·80	+0·83	6647	44 49·68	0·951 040	0·259 911	0·112 805
5·5	345 24 40·89	+0·75	9·996 8877	22 52 42·78	0·960 847	0·229 407	0·099 565
7·5	347 24 36·35	+0·57	9·997 1129	23 0 35·89	0·969 487	0·198 629	0·086 207
9·5	349 24 22·90	+0·31	3410	8 29·00	+ 0·976 953	− 0·167 617	−0·072 748
11·5	351 24 0·46	+0·03	5728	16 22·11	0·983 244	0·136 408	0·059 204
13·5	353 23 29·17	−0·20	9·997 8092	24 15·22	0·988 356	0·105 041	0·045 591
15·5	355 22 49·48	−0·33	9·998 0505	32 8·33	0·992 285	0·073 552	0·031 925
17·5	357 22 2·00	−0·32	2964	40 1·43	+ 0·995 031	− 0·041 974	−0·018 221
19·5	359 21 7·17	−0·21	5462	47 54·53	0·996 593	− 0·010 342	−0·004 498
21·5	1 20 5·16	−0·02	9·998 7984	23 55 47·64	0·996 965	+ 0·021 407	+0·009 233
23·5	3 18 56·09	+0·21	9·999 0519	0 3 40·75	0·996 148	+ 0·052 933	+0·022 957
25·5	5 17 39·81	+0·43	3057	11 33·86	+ 0·994 142	+ 0·084 503	+0·036 666
27·5	7 16 16·13	+0·61	5587	19 26·97	0·990 950	0·115 979	0·050 336
29·5	9 14 44·78	+0·70	9·999 8101	27 20·07	0·986 576	0·147 318	0·063 943
1824 März 31·5	11 13 5·43	+0·68	0·000 0592	0 35 13·17	+ 0·981 028	+ 0·178 482	+0·077 472

III. Ephemeride.

Die Berechnung der Ephemeride erforderte besondere Vorsicht deswegen, weil sich der Komet dem Pole des Äquators bis auf fast 16° genähert hat. Man kann in solchen Fällen großer Annäherung an den Pol der gewählten Fundamentalebene das Koordinatensystem nach dem Vorschlage Th. v. Oppolzer's so ändern, daß die positive Z-Achse in den Frühlingspunkt zu liegen kommt und der Nordpol des Äquators als Ausgangspunkt der Zählung genommen wird. Ich habe diesen Vorgang hier nicht befolgt und es bei dem schönen Gange der von zwei zu zwei Tagen gerechneten geozentrischen rechtwinkeligen Kometenkoordinaten vorgezogen, diese letzteren so weit zu interpolieren, bis der Differenzengang der entsprechenden polaren Koordinaten annehmbar wurde. Bei der Rechnung der geozentrischen polaren Koordinaten zeigte es sich übrigens, daß dieser Vorgang bei dem überaus raschen Ansteigen des Kometen in höhere Deklinationen auch für die erste Zeit der Sichtbarkeit beibehalten werden mußte. Hier hätte aber die Befolgung des Oppolzer'schen Vorschlages kaum mehr irgendwie genützt.

Für die Ausführung des Vergleiches der Beobachtungen mit der Rechnung ist eine in Intervallen von 0·25 Tagen fortschreitende Ephemeride in Verwendung gekommen. Der Kürze halber ist dieselbe hier aber nur in Tagesintervallen gegeben. Die wahren Örter derselben sind aus den mit den eingangs erwähnten Schmidt'schen Elementen gerechneten, für 1824·0 geltenden mittleren Positionen durch Anbringung der folgenden Reduktionsgrößen gebildet worden:

Reduktion auf den wahren Ort								
Datum	Δα	Δδ	Datum	Δα	Δδ	Datum	Δα	Δδ
1823 Dez. 28·5	+ 0ˢ91	— 4″2	1824 Jän. 27·5	+ 1ˢ46	— 8″8	1824 Febr. 12·5	+ 2ˢ46	— 0″3
30·5	+ 0·91	— 4·3	28·5	+ 1·81	— 8·6	14·5	+ 2·38	+ 0·2
1824 Jän. 1·5	+ 0·91	— 4·5	29·5	+ 2·17	— 8·1	16·5	+ 2·31	+ 0·6
5·5	+ 0·90	— 4·8	30·5	+ 2·49	— 7·3	18·5	+ 2·28	+ 0·9
10·5	+ 0·89	— 5·2	31·5	+ 2·71	— 6·4	20·5	+ 2·25	+ 1·0
15·5	+ 0·84	— 6·0	1824 Febr. 1·5	+ 2·83	— 5·5	25·5	+ 2·20	+ 1·3
20·5	+ 0·78	— 7·1	2·5	+ 2·84	— 4·6	1824 März 1·5	+ 2·18	+ 1·4
22·5	+ 0·78	— 7·6	3·5	+ 2·83	— 3·7	5·5	+ 2·17	+ 1·4
23·5	+ 0·81	— 7·9	4·5	+ 2·80	— 3·1	10·5	+ 2·17	+ 1·3
24·5	+ 0·88	— 8·3	6·5	+ 2·69	— 1·9	15·5	+ 2·17	+ 1·2
25·5	+ 1·00	— 8·6	8·5	+ 2·61	— 1·3	20·5	+ 2·19	+ 1·1
26·5	+ 1·19	— 8·8	10·5	+ 2·53	— 0·8	30·5	+ 2·22	+ 0·7

Der Logarithmus des Radiusvektors ist in der nun folgenden Ephemeride von vier zu vier Tagen gegeben, die Distanz von der Erde (log Δ) stellenweise — dort wo sie größere Änderungen erleidet — in etwas kürzeren Intervallen.

Ephemeride (Mittlere Zeit Greenwich)					
Datum	Wahre *AR*	Wahre *D*	log *r*	log Δ	Aberrationszeit
1823 Dez. 28·5	16ʰ 55ᵐ 56ˢ32	+ 9° 37′ 10″3	9·802 696	9·913 792	— 6ᵐ 48ˢ9
29·5	54 9·09	+ 10 53 33·0			
30·5	52 20·48	+ 12 11 54·6		9·983 066	— 6 30·0
31·5	50 29·88	+ 13 32 35·2			
1824 Jän. 1·5	48 36·61	+ 14 55 55·1	9·863 990	9·871 718	— 6 11·1
2·5	46 39·82	+ 16 22 14·1			
3·5	44 38·71	+ 17 51 52·1		9·849 855	— 5 52·9
4·5	42 32·36	+ 19 25 9·3			
5·5	40 19·52	+ 21 2 25·8	9·915 931	9·827 577	— 5 35·3
6·5	37 59·18	+ 22 44 1·5			
7·5	35 29·87	+ 24 30 16·1		9·805 160	— 5 18·4
8·5	32 49·99	+ 26 21 28·1			
9·5	29 57·67	+ 28 17 56·4	9·960 832	9·782 921	— 5 2·5
10·5	26 50·74	+ 30 19 54·0			
11·5	23 26·60	+ 32 27 34·5			
12·5	19 42·15	+ 34 41 6·5			
13·5	15 33·68	+ 37 0 32·7	0·000 283	9·740 940	— 4 34·6
14·5	10 56·69	+ 39 25 49·7			
15·5	16 5 45·60	+ 41 56 43·4			
16·5	15 59 53·59	+ 44 32 51·2			
17·5	53 12·11	+ 47 13 36·7	0·035 414	9·707 054	— 4 14·0
18·5	45 30·39	+ 49 58 7·0			
19·5	36 34·77	+ 52 45 12·7		9·695 387	— 4 7·3

Ephemeride (Mittlere Zeit Greenwich)					
Datum	Wahre *AR*	Wahre *D*	log *r*	log Δ	Aberrationszeit
1824 Jän. 20·5	15^h 26^m 7^s95	+ 55° 33' 22"0			
21·5	13 47·87	+ 58 20 38·1	0·067 040	9·688 412	— 4^m 3^s3
22·5	14 59 7·11	+ 61 4 36·1			
23·5	41 31·68	+ 63 42 18·0		9·686 803	— 4 2·4
24·5	14 20 22·28	+ 66 10 5·4			
25·5	13 54 57·64	+ 68 23 41·4	0·095 780	9·690 856	— 4 4·7
26·5	13 24 45·43	+ 70 18 0·4			
27·5	12 49 40·93	+ 71 47 42·5		9·700 437	— 4 10·2
28·5	12 10 33·03	+ 72 48 1·4			
29·5	11 29 15·56	+ 73 16 2·9	0·122 198	9·715 008	— 4 18·7
30·5	10 48 26·64	+ 73 12 7·7			
31·5	10 10 34·47	+ 72 39 50·6			
Febr. 1·5	9 37 11·93	+ 71 44 54·6			
2·5	9 8 47·05	+ 70 33 35·4	0·146 364	9·755 710	— 4 44·1
3·5	8 45 2·60	+ 69 11 27·3			
4·5	25 21·86	+ 67 43 3·3			
5·5	9 4·13	+ 66 11 38·7			
6·5	7 55 31·07	+ 64 39 13·6	0·168 862	9·805 699	— 5 18·8
7·5	44 11·18	+ 63 7 43·3			
8·5	34 38·59	+ 61 38 12·1			
9·5	26 33·06	+ 60 11 14·9			
10·5	19 38·61	+ 58 47 23·0	0·189 830	9·859 062	— 6 0·5
11·5	13 42·87	+ 57 26 47·9			
12·5	8 35·64	+ 56 9 37·7			
13·5	4 9·52	+ 54 55 52·5			
14·5	7 0 17·49	+ 53 45 30·7	0·209 456	9·912 166	— 6 47·3
15·5	6 56 54·88	+ 52 38 26·4			
16·5	53 57·31	+ 51 34 32·4			
17·5	51 21·41	+ 50 33 41·1			
18·5	49 4·35	+ 49 35 43·8	0·227 902	9·963 163	— 7 38·1
19·5	47 3·79	+ 48 40 32·6			
20·5	45 17·64	+ 47 47 57·8			
21·5	43 44·24	+ 46 57 51·7			
22·5	42 22·27	10 6·1	0·245 294	0·011 291	— 8 31·8
23·5	41 10·39	+ 45 24 33·3			
24·5	40 7·58	+ 44 41 5·4			
25·5	39 12·99	+ 43 59 35·0			
26·5	38 25·79	19 56·0	0·261 748	0·056 329	— 9 27·7
27·5	37 45·31	+ 42 42 1·5			
28·5	37 10·95	5 45·6			
29·5	36 42·16	+ 41 31 2·9			
März 1·5	36 18·51	+ 40 57 47·7	0·277 356	0·098 343	—10 25·3
2·5	35 59·56	25 55·2			
3·5	35 44·92	+ 39 55 20·5			

Ephemeride (Mittlere Zeit Greenwich)						
Datum		Wahre *AR*	Wahre *D*	log *r*	log Δ	Aberrations-zeit
1824 März	4·5	$7^h\ 35^m\ 34^s30$	+ 39° 25′ 59″9			
	5·5	35 27·32	+ 38 57 49·7	0·292 200	0·137 488	— $11^m\ 24^s4$
	6·5	35 23·78	30 45·4			
	7·5	35 23·43	+ 38 4 42·6			
	8·5	35 25·99	+ 37 39 38·8			
	9·5	35 31·34	15 31·4	0·306 350	0·173 992	— 12 24·4
	10·5	35 39·16	+ 36 52 16·1			
	11·5	35 49·40	29 50·9			
	12·5	36 1·88	+ 36 8 13·4			
	13·5	36 16·47	+ 35 47 20·7	0·319 868	0·208 074	— 13 25·2
	14·5	6 36 20·99	+ 35 27 10·8			
	15·5	36 51·36	7 41·4			
	16·5	37 11·45	+ 34 48 50·4			
	17·5	37 33·20	30 36·3	0·332 794	0·239 951	— 14 26·6
	18·5	37 56·50	+ 34 12 56·2			
	19·5	38 21·28	+ 33 55 49·8			
	20·5	38 47·44	39 14·3			
	21·5	39 14·89	23 9·1	0·345 210	0·269 826	— 15 28·1
	22·5	39 43·64	+ 33 7 32·8			
	23·5	40 13·55	+ 32 52 23·7			
	24·5	40 44·62	37 40·8			
	25·5	41 16·75	23 22·8	0·356 124	0·297 876	— 16 30·2
	26·5	41 49·92	+ 32 9 28·2			
	27·5	42 24·08	+ 31 55 55·9			
	28·5	42 59·17	42 45·5			
	29·5	43 35·17	29 55·9	0·368 584	0·324 258	— 17 32·2
	30·5	44 12·02	17 25·9			
	31·5	6 44 49·68	+ 31 5 14·0	0·374 154	0·336 862	— 18 3·2

IV. Vergleichsterne.

Die Positionen der Vergleichsterne sind durch die Heranziehung älterer Positionen zwecks Korrektion der bereits bekannten oder Bildung von neuen Eigenbewegungen durchwegs gut gesichert. Diese Kontrolle durch ältere Beobachtungen ist lediglich bei jenen Sternen unterlassen worden, die schon von Bradley bestimmt worden sind, und für welche Auwers bereits mustergültige Eigenbewegungen abgeleitet hat. In der Aufstellung der unten gegebenen schließlichen Mittelpositionen ist jedoch den den älteren vor 1850 erschienenen Katalogen entlehnten Sternörtern in der Regel durch Zuerteilung des Gewichtes $p = 0$ ein Einfluß nicht eingeräumt worden, so daß diese Beobachtungen also lediglich zur Aufstellung oder Korrektion von Eigenbewegungen verwendet erscheinen. Nur in einigen wenigen Fällen, wo die Übereinstimmung mit den neueren Beobachtungen eine ganz besonders schöne war, und die Zahl der Beobachtungen eine größere Sicherheit auch des älteren Katalogwertes erwarten ließ, sind auch Sternörter aus der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, allerdings mit vermindertem Gewicht, zur Bildung der Mittelposition herangezogen.

Die Berliner Beobachtungen aus den Deklinationen + 70° bis + 75° verdanke ich der Güte des Herrn Dr. L. Courvoisier, welcher mir vorläufige Positionen aus der betreffenden damals noch nicht publizierten Zone der astronomischen Gesellschaft überließ.

Die von Auwers in A. N., Bd. 134 und 143 gegebenen systematischen Korrektionen zur Reduktion von Sternörtern auf das System des Fundamentalkataloges sind überall benützt worden.

Bei Beobachtungen älteren Datums, wie es die hier in Betracht kommenden sind, fällt es meist schwer, die Vergleichsterne sofort zu identifizieren, da Sternnamen meist fehlen und der verwendete Stern oft nur seiner Größe nach angegeben wird. Es wird daher meist notwendig, den Sternort durch Rückschluß aus der Ephemeride zu konstruieren, ein Verfahren, das bei Kreismikrometerbeobachtungen und in der Nähe des Poles der der Rechnung zugrunde gelegten Fundamentalebene meist eine doppelte Reduktion der Beobachtungen erfordert, da sich bei der oft ziemlich großen Unsicherheit Unterschiede zwischen dem angenommenen und dem wirklichen Sternort ergeben, die dann unbedingt Berücksichtigung finden müssen, wenn die Neureduktion der betreffenden Beobachtungen eine definitive genannt werden soll. Dieser Vorgang mußte hier bei der großen Mehrzahl der über den vorliegenden Kometen im Originale vorhandenen Beobachtungen befolgt werden.

In der Zusammenstellung der endgültigen Positionen der Vergleichsterne sind für die Sternkataloge die von Auwers in A. N., Bd. 174, Nr. 4176 vorgeschlagenen einheitlichen Bezeichnungen akzeptiert. Dort wo in den Kolumnen für die Eigenbewegung unter dem Titel »Autorität« eine Angabe fehlt, sind die betreffenden Werte von mir selbst neu abgeleitet worden. Die Reduktion auf den scheinberen Ort ist durchwegs nach den bekannten Struve'schen Tafeln gebildet.

Nr.	Autoritäten	AR 1824·0	D 1824·0	Verwendete Eigenbewegung			Red. ad l. app.			Nr. in BD
				Autor	α	δ	Datum	α	δ	
1	½ Par. + A.G. Lu + II 10 Y	6h 30m 26s06	+39° 3' 6"5	Grb.	−0s0027	−0"089	März 6.	+2s80	+6"8	+39°1713
2	½ Par. + A. G. Bo. + II 10 Y . . .	6 31 57·29	+40 47 34·7	Grb.		−0·160	2.	+2·95	+6·7	+40 1696
3	Par + A. G. Lu. . . .	6 32 54·34	+39 32 27·7	Porter		−0·145	4.	+3·04	+5·6	+39 1731
4	A. G. Bo.	6 33 39·34	+42 26 9·0				Febr. 28.	+3·08	+6·8	+42 1600
5	A. G. Lu.	6 33 50·38	+39 8 24·4				März 4.	+2·87	+6·2	+39 1736
6	½ Bo. VI + A. G. Bo. .	6 34 12·11	+40 26 52·9		+0·0250		2.	+2·99	+6·4	+40 1704
7	A. G. Bo.	6 34 29·69	+40 24 41·8				2.	+2·96	+6·3	+40 1707
8	A. G. Lu.	6 35 18·18	+38 42 46·9				6.	+2·84	+6·3	+38 1595
9	Bo. VI + 10 Y + A. G. Bo.	6 35 57·22	+41 28 54·8				1.	+3·05	+6·6	+41 1513
10	½ W_2 + ½ Par. + A. G. Bo.	6 36 22·71	+40 54 30·3				1.	+3·02	+6·9	+40 1717
11	½ Par. + A. G. Lei. . .	6 36 50·16	+34 0 14·7				19.	+2·45	+4·2	+33 1411
12	A. G. Bo.	6 37 0·65	+46 22 13·5				Febr. 22.	+3·35	+7·0	+46 1192
13	½ R. C. II + A. G. Bo. .	6 37 16·59	+40 21 59·4		+0·0031	−0·136	März 2.	+2·98	+6·2	+40 1723
14	Refraktoranschluß . .	6 37 40·59	+42 25 50·5				Febr. 28.	+3·07	+6·9	+42 1604
15	Par. + $Arm._2$ + A. G. Lei. + II 10 Y . .	6 38 13·01	+32 47 42·7		−0·0045		Mrz. 22. 23.	+2·38 +2·37	+3·2 +3·1	+32 1414
16	Br. + A. G. Bo. + Par. + II 10 Y . . .	6 38 18·26	+41 58 38·1	Br.	+0·0059	−0·130	Fbr. 27. 28. 29.	+3·11 +3·10 +3·09	+6·3 +6·4 +6·5	+41 1536
17	$Arm._2$ + A. G. Lu. . .	6 38 29·27	+35 15 29·0				März 17.	+2·57	+5·1	+35 1495
18	Par. + A. G. Bo. . .	6 38 43·23	+46 41 32·1				Febr. 22.	+3·37	+7·2	+46 1197

Nr.	Autoritäten	AR 1824·0	D 1824·0	Verwendete Eigenbewegung			Red. ad l. app.			Nr. in BD
				Autor	α	δ	Datum	α	δ	
19	Par. + A. G. Lei.	$6^h\ 39^m\ 18^s43$	+32° 56' 40"8				März 23.	$+2^s37$	+4"2	+32° 1418
20	W_2 + A. G. Bo.	6 40 2·05	+42 48 54·7		-0^s0070	−0"500	Febr. 27.	+3·16	+6·6	+42 1613
21	W_2 + R. C. + A. G. Bo. + Par. + Arm_2	6 40 16·93	+45 2 26·9				24.	+3·30	+6·8	+45 1359
22	½ Par. + A. G. Lei.	6 40 38·56	+33 59 28·2		+0·0062		März 19.	+2·50	+4·6	+33 1422
23	Br. + A. G. Lu.	6 40 54·38	+39 4 7·4	Br.		+0·002	4.	+2·92	+5·6	+39 1771
24	Br. + A. G. Lu. + II 10 Y	6 41 8·80	+38 38 48·0	Br.		−0·175	6.	+2·21	+5·6	+38 1636
25	Fund. Kat.	6 41 10·85	+34 9 46·5				18. 19. 20. 21.	+2·51 +2·50 +2·47 +2·45	+4·6 +4·6 +4·6 +4·6	+34 1481
26	½ Bo. VI + A. G. Lei.	6 41 21·80	+33 53 7·0				19.	+2·52	+4·6	+33 1424
27	Br. + A. G. Lu. + II 10 Y	6 41 52·56	+38 42 33·9				6.	+2·21	+5·6	+38 1638
28	A. G. Lei.	6 42 30·73	+33 53 59·6				19.	+2·53	+4·6	+33 1427
29	R. C. + A. G. Bo. + + Par. + II 10 Y.	6 42 31·74	+44 7 3·2				Febr. 24. 25.	+3·28 +3·27	+6·3 +6·4	+44 1551
30	A. G. Lei.	6 42 52·48	+31 42 36·6			+0·032	März 28.	+3·28	+3·8	+31 1434
31	A. Ö. + A. G. Cbr. M.	6 43 10·15	+51 13 4·8				Febr. 17.	+2·44	+4·2	+51 1258
32	Par. + A. G. Lu. + II 10 Y	6 43 31·81	+38 7 35·8				März 7.	+2·86	+5·3	+38 1641
33	½ A. Ö. + A. G. Bo.	6 43 32·65	+46 45 4·2				Febr. 21.	+3·45	+6·6	+46 1204
34	½ A. Ö. + ½ R. C. + A. G. Bo.	6 43 52·55	+46 55 24·7		−0·0158	−0·136	21.	+3·46	+6·7	+46 1205
35	A. G. Bo.	6 44 39·86	+48 42 50·5				19.	+3·59	+6·8	+48 1457
36	A. G. Cbr. M.	6 45 22·10	+51 2 3·1				17.	+3·78	+6·9	+51 1261
37	A. G. Lei.	6 45 23·19	+31 36 8·3				März 31.	+2·23	+3·6	+31 1449
38	½ A. Ö. + ½ Par. + A. G. Cbr. M.	6 45 43·41	+52 47 49·5				Febr. 15.	+3·90	+7·2	+52 1152
39	½ A. Ö. + A. G. Bo. + Par.	6 46 18·92	+48 50 56·1				19.	+3·61	+6·7	+48 1460
40	½ A. Ö. + A. G. Bo.	6 47 19·82	+48 42 13·8				19.	+3·61	+6·7	+48 1464
41	Bo. VI + A. G. Bo. + 10 Y	6 48 9·49	+48 37 54·3	A.G.Bo	+0·0577	−0·373	19.	+3·61	+6·5	+48 1469
42	Par. + A. G. Cbr. M.	6 49 53·85	+50 53 15·9				17.	+3·78	+6·7	+50 1383
43	A. G. Cbr. M. + II 10 Y	6 51 39·01	+53 0 32·1	Grb.	−0·0041	−0·041	15.	+3·96	+6·9	+52 1152
44	½ Bo. VI + A. G. Cbr. M.	6 52 11·22	+50 50 40·5				17.	+3·49	+6·4	+50 1390
45	A. G. Bo.	6 53 33·29	+49 43 33·9				18.	+3·49	+6·1	+49 1590
46	½ A. Ö. + A. G. Cbr. M.	7 0 3·63	+50 50 32·5				17.	+3·84	+5·7	+50 1405
47	A. G. Cbr. M.	7 0 52·00	+52 49 54·3				15.	+4·02	+5·8	+52 1184
48	¼ (A.Ö.+R.C.+Rob.+ Arm_2) + Wa_2 + A. G. Bo. + 10 Y	7 5 8·10	+49 46 0·6	Battermann	−0·0007	−0·004	18.	+3·79	+5·1	+49 1612
49	A. G. Hels.	7 8 5·47	+61 46 20·5				8.	+4·98	+5·4	+61 963
50	½ Bo. VI + A. G. Hels.	7 12 27·39	+62 12 58·0		−0·0139		8.	+5·06	+5·0	+62 926
51	Grb. + N 7 Y + 9 Y + A. G. Bo. + 10 Y	7 13 24·61	+49 32 58·2	Grb.	−0·0019	−0·052	18.	+3·82	+4·3	+49 1623
52	½ Q + A. G. Hels + II 10 Y	7 16 10·38	+62 6 51·9		−0·0122	−0·118	8.	+5·07	+4·6	+62 934

Nr.	Autoritäten	AR 1824·0	D 1824·0	Verwendete Eigenbewegung			Red. ad l. app.			Nr. in BD
				Autor	α	δ	Datum	α	δ	
53	A. G. Hels.	7^{h} 22^{m} $12^{s}12$	+57° 13' $59''7$				Febr. 11.	$+4^{s}53$	$+\ 4''0$	+57° 1085
54	A. G. Hels.	7 22 19·84	+61 54 30·4				8.	+6·41	+ 3·8	+61 983
55	Br. + A. G. Hels. + II 10 Y	7 24 46·90	+59 56 51·4	Br.	$-0^{s}0033$	$+0''023$	9.	+4·84	+ 3·8	+59 1099
56	½ Par. + A. G. Hels. .	7 25 23·72	+59 29 5·0				10.	+4·78	+ 3·5	+59 1100
57	Fund. Kat.	7 28 2·99	+59 6 26·3				8.	+4·78	+ 3·0	+59 1103
58	Br. + A. G. Hels. + II 10 Y	7 30 27·29	+63 14 30·3	Br.	−0·0069	−0·066	7.	+5·32	+ 3·1	+63 733
59	½ A. Ö. + ½ Bo. VI + A. G. Hels.	7 35 24·43	+63 15 25·9				7.	+5·34	+ 2·6	+63 737
60	0/½ Par. + A. G. Hels.	7 36 50·42	+63 31 2·4				7.	+5·26	+ 2·4	+63 739
61	Bo. VI + A. G. Hels. .	7 46 21·65	+63 26 26·5				7.	+5·40	+ 1·5	+63 748
62	A. G. Hels. + 10 Y + Wa_2	7 46 39·43	+63 33 38·4				7.	+5·43	+ 1·4	+63 749
63	A. G. Hels. + 10 Y + Wa_2	7 46 46·48	+63 33 45·4				7.	+5·29	+ 1·4	+63 750
64	A. G. Chri.	7 55 8·84	+66 31 15·7				5.	+5·94	+ 0·2	+66 538
65	R. C. + A. G. Hels. + 10 Y	7 55 33·59	+58 45 4·3		−0·0040		6.	+4·83	− 0·3	+58 1102
66	A. G. Chri.	7 57 3·22	+66 46 4·4				5.	+6·00	+ 0·0	+66 539
67	A. G. Chri. + II 10 Y	7 59 3·90	+66 41 49·9	II 10 Y	−0·0054	−0·092	5.	+5·98	− 0·3	+66 541
68	A. G. Hels.	8 0 23·85	+63 13 7·9				7.	+5·40	− 0·2	+63 769
69	A. G. Hels.	8 0 34·23	+64 15 8·6				6.	+5·70	− 0·0	+64 674
70	A. G. Chri. + II 10 Y	8 10 11·00	+67 50 34·3	Grb.	+0·0031	+0·023	4.	+6·26	− 1·5	+67 542
71	½ Bo. VI + A. G. Chri.	8 12 40·43	+66 46 43·6				5.	+6·02	− 1·8	+66 553
72	9 Y + A. G. Chri. . .	8 13 2·41	+67 51 50·8	Grb.	−0·0117	?	4.	+6·27	− 1·9	+67 545
73	1/0 A. Ö. + A. G. Chri. + II 10 Y . . .	8 16 24·87	+67 52 27·8	Grb.	−0·0075	−0·059	4.	+6·27	− 2·3	+67 549
74	A. G. Chri.	8 19 8·45	+66 51 33·2				5.	+6·05	− 2·5	+66 560
75	A. G. Chri.	8 19 59·17	+66 29 43·6				5.	+5·69	− 2·7	+66 562
76	0/1 Par. + R. C. + N 7 Y + A. G. Chri. . .	8 23 27·61	+63 37 4·4	Grb.	−0·0072	+0·093	4.	+5·51	− 3·5	+65 643
77	A. G. Chri.	8 24 51·60	+66 39 13·9				5.	+6·00	− 3·3	+66 567
78	½/0 A. Ö. + A. G. Chri.	8 26 31·32	+66 42 14·9		+0·0080		5.	+6·05	− 3·3	+66 571
79	Fund. Kat.	8 46 31·71	+68 18 20·0				4.	+6·35	− 5·7	
80	Fund. Kat.	8 54 46·10	+67 50 25·4				4.	+6·20	− 7·1	+67 577
81	½ R. C. + 9 Y + Berlin	9 18 4·00	+72 58 38·9		+0·0170	−0·070	Jän. 31.	+7·42	−10·0	+72 462
82	Fund. Kat.	9 18 45·55	+70 35 49·2				Febr. 2.	+6·74	− 9·7	+70 565
83	A. G. Do. + Berlin .	9 21 5·79	+70 24 46·8		−0·0123		2.	+6·66	−10·1	+70 567
84	A. G. Do. + Berlin .	9 22 29·18	+71 2 40·7				2.	+7·09	−10·2	+70 568
85	A. G. Chri.	9 25 23·18	+68 3 24·5				4.	+6·08	−10·3	+67 602
86	R. C. + N. 7 Y + 9 Y + II 10 Y + Berlin	9 26 32·69	+73 2 38·0		−0·0083	−0·034	Jän. 31.	+7·40	−11·0	+72 466
87	Berlin	10 3 27·73	+71 56 2·7			−0·072	Febr. 1.	+6·68	−14·9	+71 534
88	Berlin	10 10 10·91	+72 23 4·7				Jän. 31.	+6·66	−15·7	+72 489
89	A. Ö. + Bo. VI. + Berlin	10 55 22·85	+73 4 24·3				30.	+6·05	−20·5	+72 514
90	Berlin	10 56 16·29	+72 54 31·0		+0·0025		30.	+6·02	−20·4	+72 515
91	Berlin	10 56 47·38	+72 59 41·1				30.	+6·03	−20·4	+72 516

Nr.	Autoritäten	AR 1824·0	D 1824·0	Verwendete Eigenbewegung			Red. ad l. app.			Nr. in BD
				Autor	α	δ	Datum	α	δ	
92	Berlin	11h 44m 30·38	+72° 54' 12"3				Jän. 29.	+4s83	−23"8	+72° 550
93	Berlin	11 44 44·17	+73 7 42·6				29.	+4·88	−24·3	+72 551
94	II 10 ♈ + Berlin . .	12 18 42·60	+72 54 21·0		−0s0320	−0"008	28.	+4·06	−26·4	+72 565
95	Berlin	12 23 17·93	+72 16 24·6				28.	+4·04	−26·6	+72 569
96	½ A. G. Do. + Berlin .	12 52 50·45	+71 32 52·5				27.	+2·94	−27·9	+71 638
97	R. C. + A. G. Do. + II 10 ♈ + Berlin . .	13 22 15·05	+71 13 53·8				26.	+2·12	−28·7	+71 651
[1] 100	R. C. + 0/1 A. G. Do. + II 10 ♈ + Berlin	13 23 7·51	+71 2 24·6				26.	+2·08	−28·7	+71 741
101	A. G. Chri. + Berlin .	13 33 57·02	+70 15 23·9				26.	+1·79	−28·8	+70 750
102	12 ♈ + R. C. + A. G. Chri. + 9 ♈ + 10 ♈ + II 10 ♈ . . .	13 36 0·78	+65 42 48·0	Grb.	+0·0110	+0·003	24.	+1·55	−27·3	+65 953
103	A. G. Chri. + Berlin .	13 39 56·82	+70 6 17·3		+0·0085	−0·014	26.	+1·63	−28·8	+69 716
104	Fund. Kat.	13 40 34·88	+50 11 39·8				18. 19. 23.	+1·13 +1·16 +1·30	−26·0 −26·1 −26·6	.
105	A. G. Chri. + Berlin .	13 40 47·10	+69 52 49·0		+0·0240		26.	+1·63	−28·8	+69 717
106	Fund. Kat.	13 46 17·50	+65 35 41·9				24.	+1·34	−28·5	+65 963
107	Fund. Kat.	13 59 37·15	+65 13 11·6				24.	+1·09	−28·4	+65 977
108	7 ♈ + 9 ♈ + 10 ♈ + A. G. Chri. + Berlin	14 8 49·38	+70 15 37·7	Grb.	−0·0032	−0·059	26.	+0·95	−28·8	+70 778
109	R. C. + A. G. Chri. + 9 ♈ + 10 ♈ + II 10 ♈	14 16 28·33	+68 35 20·7	Grb.	−0·0042	+0·019	25.	+0·75	−28·6	+68 777
110	7 ♈ + 9 ♈ + 10 ♈ + II 10 ♈ + A. G. Chri.	14 29 54·45	+66 9 58·1		+0·0129	+0·050	24.	+0·48	−28·1	+66 855
111	Par. + A. Ö. + R. C. + Bo. VI + A. G. Hels. + Wa_2 + 10 ♈	14 57 20·50	+60 53 56·1				22.	+0·09	−26·6	+60 1582
112	0/½ A. Ö. + ½ R. C. + A. G. Hels. + II 10 ♈	14 59 20·51	+60 42 51·9				22.	+0·05	−26·5	+60 1584
113	A. G. Hels.	15 0 19·07	+60 34 0·1				22.	+0·06	−26·5	+60 1587
114	A. G. Hels.	15 2 12·40	+60 30 24·1				22.	+0·03	−26·4	+60 1589
115	Fund. Kat.	15 27 14·94	+27 18 38·3				12.	+0·32	−17·1	.
116	R. C. + A. G. Cbr. M. + Wa_2 + II 10 ♈	15 30 37·13	+54 30 30·9				20.	−0·20	−24·0	+54 1756
117	½ (Par. + R. C.) + 10 ♈ + A. G. Cbr. M. .	15 31 26·06	+55 12 54·2	Grb.	−0·0044	+0·001	20.	−0·24	−24·1	+55 1766
118	A. G. Cbr. M. + 10 ♈ + II 10 ♈ + Wa_2	15 33 1·17	+55 5 16·5		−0·0055		20.	−0·25	−24·0	+54 1758
119	½ (R. C. + Par.) + A. G. Cbr. M.	15 38 4·04	+52 55 12·7		−0·0070		19.	−0·30	−23·4	+52 1898
120	A. G. Bo.	15 44 25·00	+48 0 34·8				18.	−0·24	−21·7	+47 2272
121	Par. + A. G. Bo. . .	15 53 1·68	+47 37 29·3				17.	−0·29	−21·1	+47 2282
122	A. G. Cbr. M. + Wa_2 + 10 ♈	15 54 5·19	+50 23 10·5	Grb.		−0·055	19.	−0·34	−21·7	+50 2239
123	Par. + A. G. Bo. . .	15 57 21·37	+47 43 41·8				18.	−0·34	−20·8	+47 2291
124	A. G. Bo.	16 3 20·88	+41 33 35·0				15.	−0·22	−19·3	+41 2673

[1] Die Sterne 98, 99 erwiesen sich als unrichtig identifiziert. Die Nummern der folgenden Sterne wurden nicht mehr geändert, da das Verzeichnis der Beobachtungen bereits fertiggestellt war und eine nachträgliche Änderung leicht Irrtümer hätte verursachen können.

Nr.	Autoritäten	AR 1824·0			D 1824·0			Verwendete Eigenbewegung			Red. ad l. app.			Nr. in BD
								Autor	α	δ	Datum	α	δ	
125	½ R. C. + ½ II 10 ♈ + A. G. Lu.	16h	5m	56s02	+39°	30'	46"2	Grb.		−0"024	Jänn. 14.	−0s25	−18"3	+39°2961
126	½ Par. + Wa$_2$ + II 10 ♈ + A. G. Bo.	16	5	58·42	+42	49	49·2		−0s0026		15.	−0·31	−19·1	+42 2683
127	A. G. Bo.	16	7	22·38	+40	16	31·2				14.	−0·28	−18·3	+40 2987
128	½ R. C. + A. G. Bo.	16	10	44·29	+40	28	28·6		−0·0086	+0·098	14.	−0·31	−18·1	+40 2995
129	½ (Gl. + Par. + 10 ♈ + A. G. Bo.) + A. G. Lu.	16	13	53·59	+40	8	5·3	Grb.	−0·0112	−0·015	14.	−0·33	−17·7	+40 3005
130	Fund. Kat.	16	17	55·15	+11	48	47·6				Dez. 30.	−0·37	− 7·2	+11 2984
132	½ (Br. + Par. + II 10 ♈) + A. G. Lu.	16	19	8·26	+37	47	59·8	Br.	−0·0009	−0·009	Jänn. 14.	−0·11	−17·4	+37 2750
133	Br. + A. G. Lei.	16	21	16·46	+33	5	45·4	Br.	−0·0035	+0·008	11.	−0·28	−15·4	+33 2733
134	Fund. Kat.	16	22	38·90	+21	52	44·8				6.	−0·24	−11·6	+21 2934
135	W$_2$ + Par. + Arm$_2$ + A. G. Lu.	16	23	18·43	+35	35	27·6		−0·0060		12.	−0·32	−16·0	+35 2823
136	W$_2$ + Arm$_2$ + A. G. Lu.	16	24	36·18	+35	36	33·9		−0·0066		12.	−0·33	−15·9	+35 2828
137	Par. + A. G. Lu.	16	26	24·08	+35	27	22·7		+0·0074	−0·143	12.	−0·34	−15·8	+35 2832
138	A. G. Berl. B.	16	28	41·81	+21	7	16·4				6.	−0·25	−11·2	+21 2949
139	W$_2$ + Par. + A. G. Berl. B.	16	29	24·79	+23	14	14·4		+0·0064	−0·153	6.	−0·26	−11·8	+23 2965
140	A. G. Cbr. E.	16	29	38·18	+26	53	54·7				9.	−0·28	−13·0	+26 2864
141	Par. + A. G. Berl. B.	16	30	5·31	+22	56	10·5				6.	−0·26	−11·7	+22 2997
142	Par. + A. G. Berl. B.	16	30	8·05	+22	48	17·2				6.	−0·26	−11·7	+22 2998
143	A. G. Berl. B.	16	33	29·27	+23	6	52·5				6.	−0·28	−11·6	+23 2973
144	½ Par. + A. G. Berl. B.	16	33	49·95	+22	47	3·5				6.	−0·28	−11·5	+22 3005
145	Fund. Kat.	16	34	36·67	+31	56	6·3				12.	−0·98	−17·8	+31 2884
146	Par. + Q. + A. G. Berl. B.	16	35	53·35	+21	3	13·3				5.	−0·24	−10·8	+20 3323
147	Br. + A. G. Cbr. E.	16	38	5·04	+28	41	8·4	Br.	−0·0019		9.	−0·31	−13·1	+28 2607
148	A. G. Berl. B.	16	38	17·25	+21	57	9·4		−0·0047		5.	−0·32	−10·7	+21 2982
149	Par. + A. G. Berl. B.	16	42	18·68	+21	59	14·7				5.	−0·32	−10·7	+21 2993
150	A. G. Berl. A.	16	43	20·74	+18	22	58·5				2.	−0·32	− 9·5	+18 3256
151	½ W$_2$ + A. G. Berl. A.	16	43	39·74	+19	37	8·7		+0·0038	−0·024	4.	−0·31	−10·0	+19 3178
152	Fund. Kat.	16	44	4·36	+15	16	35·6				1.	−0·33	− 8·5	+15 3066
153	Par. + A. G. Berl. B. + Wa$_2$	16	45	6·31	+21	16	24·1				5.	−0·32	−10·4	+21 2997
154	Par. + A. G. Berl. B.	16	45	50·88	+23	1	5·7				6.	−0·33	−10·6	+22 3033
155	Par. + Q. + Arm$_2$ + Gl$_2$ + A. G. Berl. B.	16	46	12·64	+21	28	0·6				5.	−0·33	−10·4	+21 2199
156	A. G. Lpz. I.	16	46	51·51	+14	51	10·0				1.	−0·32	− 8·3	+14 3139
157	Par. + Arm$_2$ + 10 ♈ + Wa$_2$ + A. G. Berl. B.	16	47	20·52	+21	14	54·3				5.	−0·33	−10·3	+21 3002
158	A. G. Berl. A. + A. G. Lpz. II	16	49	5·55	+14	57	21·9				1.	−0·33	− 8·3	+14 3151
159	A. G. Berl. A. + A. G. Lpz. II	16	49	20·71	+15	0	39·3				1.	−0·33	− 8·3	+14 3153
160	Gl. + A. G. Lpz. II	16	51	21·88	+14	33	56·5				1.	−0·34	− 7·8	+14 3163

Nr.	Autoritäten	AR 1824·0	D 1824·0	Verwendete Eigenbewegung			Red. ad l. app.			Nr. in BD
				Autor	α	δ	Datum	α	δ	
161	Q. + Gl. + A. G. Berl. A. + A. G. Lpz. I	16h 53m 33s20	+15° 12' 48"7				Jänn. 1.	−0s35	− 8"1	+15°3095
162	Par. + Arm_2 + 10 Y + A. G. Berl. B. .	16 53 32·39	+22 53 55·6				6.	−0·36	−10·5	+22 3045
163	A. G. Berl. A.	16 54 51·23	+19 38 45·2				4.	−0·35	− 9·4	+19 3217
164	Gl. + Gl_2 + A. G. Leipz. I	16 55 11·05	+14 46 36·4		−0s0130	− 0"180	1.	−0·35	− 8·0	+14 3180
165	½ Par. + A. G. Berl. A., B.	16 56 12·36	+20 3 11·0				4.	−0·56	− 9·2	+20 3386
166	½ Par. + 10 Y + Wa_2 + A. G. Berl. A. .	16 57 1·92	+19 50 57·1				5.	−0·38	− 9·2	+19 3220
167	Fund. Kat.	16 57 13·38	+12 59 21·9				Dez. 30.	−0·37	− 7·2	+12 3142
168	Gl. + Par. + A. G. Lpz. II	16 58 58·67	+12 21 59·2		+0·0081		30.	−0·37	− 7·2	+12 3152
169	Par. + Arm_2 + A. G. Berl. A. + A. G. Leipz. I	17 1 2·66	+15 11 41·1				Jänn. 1.	−0·37	− 7·8	+15 3118
170	Par. + Bo. VI + Gl. + A. G. Lpz. II .	17 2 35·72	+12 41 36·0				Dez. 30.	−0·36	− 6·9	+12 3161
171	Par. + A. G. Cbr. E. .	17 2 50·48	+26 40 56·3				Jänn. 8.	−0·51	− 9·9	+26 2963
172	Fund. Kat.	17 6 37·50	+14 35 54·3				1.	−0·38	− 7·4	+14 3207
							2.	−0·34	− 7·6	
							5.	−0·20	− 8·3	
							6.	−0·16	− 8·5	
							11.	−0·02	− 9·5	
							12.	+0·01	− 9·8	
173	Br. + 10 Y + II 10 Y + A. G. Berl. B. .	17 16 44·67	+23 7 49·5	Br.		− 0·032	6.	−0·44	− 9·2	+23 3100
174	Par. + A. G. Berl. B. .	17 23 4·49	+23 0 53·7				6.	−0·46	− 8·8	+22 3158
175	Par. + 10 Y + A. G. Berl. B.	17 23 47·09	+23 15 54·7				6.	−0·47	− 8·8	+23 3124
176	Br. + Gl. + Par. + A. G. Berl. B. . . .	17 55 8·99	+22 55 42·6	Br.	−0·0036	+ 0·008	6.	−0·54	− 6·8	+22 3260
177	Br. + Wa_2 + 10 Y + II 10 Y + A. G. Berl. B.	18 14 48·47	+23 12 8·3	Br.		+ 0·082	5.	−0·61	− 4·2	+23 3316
	Nachtrag:									
178	½ Par. + A. G. Berl. B.	16 39 13·23	+21 10 23·8				6.	−0·32	−10·8	+21 2985

V. Beobachtungen.

Das im folgenden Verzeichnis der Beobachtungen Gegebene dürfte wohl alles enthalten, was über diesen Kometen publiziert worden ist. Leider zeigen die Beobachtungen nicht immer die für eine Bahnbestimmung wünschenswerte innere Übereinstimmung, und mag der Grund hiefür wohl darin zu suchen sein, daß einerseits der Komet, wie aus der obigen Zusammenstellung der Bemerkungen über sein Aussehen hervorgeht, nur anfangs einen ziemlich bestimmten Kern hatte, später aber während der längsten Zeit seiner Sichtbarkeit ein mehr oder minder verwaschenes Aussehen zeigte, und daß andrerseits die vorhandenen Meßmittel — es wurden fast ausschließlich Kreismikrometer in ihrer ursprünglichen Form der kreisförmig abgedrehten Blendenöffnung verwendet — zur Beobachtung von Objekten mit ausgedehnter Fläche überhaupt nicht recht geeignet sind, da es doch gewiß recht schwer fällt, ein nicht in seiner Gänze sichtbares Objekt von größerer Ausdehnung auch nur einigermaßen nach Ein- und Austritt richtig einzuschätzen.

Außer einigen wenigen Positionen, welche an Meridiankreisen erhalten worden sind und die wieder deswegen nicht immer gut genannt werden können, weil der geozentrische Lauf des Kometen hier oft zur Ausnützung der unteren Kulmination zwang, wo die in der Nähe des Horizontes immer mangelnde Durchsichtigkeit und Ruhe der Luft das genaue Erfassen der Fadenantritte erschwert und die durch den jeweiligen Zustand der Atmosphäre hervorgerufenen Änderungen der Refraktion nur schwer berechenbare Maximalwerte erreichen, bestehen fast sämtliche Beobachtungen in Anschlüssen an Vergleichsterne. Hier geben einige Beobachter gleich den von ihnen berechneten Ort, der dann so genommen werden mußte, wie er sich publiziert vorfand, andere geben die von ihnen erhaltene Differenz ☄ — ✱, so daß eine Verbesserung der Position wenigstens durch die Neubestimmung des Vergleichsternortes durchgeführt werden konnte, und in zahlreichen Fällen waren die Beobachtungen im Originale auffindbar, so daß eine vollständige Neureduktion erfolgen konnte. Bei letzterer Arbeit wurde nicht nur der Einfluß der Refraktion, sondern auch die oft nicht unbeträchtliche Veränderung der Differenz ☄ — ✱ durch die außergewöhnlich rasche Eigenbewegung des Kometen berücksichtigt; allerdings wurde diese auf die Reduktionsarbeit verwendete Genauigkeit nur allzu oft durch die mangelhafte Güte der Beobachtungen selbst illusorisch gemacht, so daß von einer dadurch erzielten Verbesserung der Positionen selbst wohl kaum gesprochen werden kann.

Die im Folgenden tabellarisch zusammengestellten Beobachtungen — es sind zirka 800 Einzelanschlüsse — sind womöglich in der Form gegeben worden, wie sie jetzt seitens der A. N. usuell ist. Außerdem enthalten die beigefügten letzten vier Kolumnen noch den Vergleich mit der Ephemeride im Sinne Beobachtung — Rechnung. Da in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts die Gepflogenheit bestand, den Ort des beobachteten Objektes dadurch genauer zu gestalten, daß einerseits eine größere Zahl von Einzelanschlüssen hintereinander angestellt und andrerseits behufs Elimination von Fehlern im Sternort auch gleichzeitig eine größere Zahl von Vergleichsternen mitgenommen wurde, so wäre es bei gleicher Güte dieser einzelnen Beobachtungen wohl möglich gewesen, mehrere derselben in einen Mittelwert zusammenzuziehen und dadurch die Arbeit des Vergleiches mit der Ephemeride einfacher zu gestalten. Dieser die Rechnung bedeutend erleichternde Vorgang konnte hier deswegen nicht befolgt werden, weil bei der Größe des den Beobachtungen oft anhaftenden Fehlers und infolge der Diskordanz der Einzelbestimmungen eine gleich anfangs ohne genauere Diskussion vorgenommene Bildung von

Mittelwerten manche Beobachtungsreihe in stärkerer Weise zum Schlechteren hätte beeinflussen können. Da sich ein Einzelvergleich also bei fast drei Vierteln des gesamten Beobachtungsmaterials als notwendig erwies, wurde er dann auch der Gleichförmigkeit halber bei dem kärglichen Rest, der übrig blieb, beibehalten, da durch die Befolgung eines einfacheren Arbeitsvorganges doch nur mehr wenig an Arbeit hätte erspart werden können. Der Vergleich ist fast durchwegs mit Crelle's Rechentafeln durchgeführt worden und in einigen Fällen, wo die innere Übereinstimmung über Gebühr zu wünschen übrig ließ, doppelt gerechnet, so daß Rechenfehler gänzlich ausgeschlossen erscheinen. Die eingeklammerten Werte betreffen solche, wo entweder Komet oder Stern in einer der Bestimmung der betreffenden Koordinate ungünstigen Weise durch das Kreismikrometer hindurchgegangen sind, oder wo die Beobachtung aus irgend einem anderen Grunde zu verwerfen ist. Speziell in letzterem Falle ist meist in den den Beobachtungen angehängten Bemerkungen ein Kommentar hiezu gegeben.

---

1. Åbo. [Åboer Beob., Beobachter: Argelander.

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	☄ − * α	☄ − * δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824 Jänner 20. . . .	4h 55m 33s0	− 1m 18s50	+ 17' 20"4	1	+ 0s27	+ 16"0
	5 1 30·2	− 1 19·10	+ 18 13·3	1	+ 0·23	+ 16·0
	5 9 1·6	− 1 22·50	+ 16 37·0	1	+ 0·19	+ 16·0
	5 14 11·8	− 1 25·39	+ 17 47·0	1	+ 0·17	+ 16·0
	7 4 43·8	− 4 39·26	− 4 37·1	1	− 0·32	+ 15·9
	7 14 19·4	− 4 42·47	− 3 27·1	1	− 0·35	+ 15·7
	7 41 1·0	− 3 19·22	− 8 48·3	1	− 0·43	+ 15·2
		− 4 54·09	− 1 50·7	1		
	7 51 33·8	− 3 19·22	− 8 49·6	1	− 0·49	+ 15·0
		− 4 57·98	− 0 23·3	1		
	8 4 39·6	− 3 29·71	− 3 39·4	1	− 0·55	+ 14·8
		− 5 4·77	+ 0 13·6	1		
	8 15 4·2	− 3 36·27	− 3 47·7	1	− 0·60	+ 14·5
		− 5 12·25	+ 3 44·0	1		
	8 29 47·8	− 3 41·77	− 2 5·5	1	− 0·66	+ 14·2
		− 5 16·62	+ 5 22·3	1		
Jänner 26. . . .	5 17 6·3	− 0 28·56	− 27 19·3	1	− 0·93	+ 12·8
		− 5 41·41	− 23 50·1	1		
		− 6 31·55	+ 0 52·7	1		
Jänner 28. . . .	5 50 49·2	+ 1 57·27	− 20 30·0	1	− 1·55	+ 9·3
	6 3 39·0	+ 1 37·71	− 19 25·4	1	− 1·58	+ 8·6
	6 14 18·8	+ 1 19·21	− 18 37·0	1	− 1·60	+ 8·0
	6 25 8·4	− 3 40·16	+ 23 11·3	1	− 1·63	+ 7·5
	6 37 29·6	− 3 59·10	+ 22 16·8	1	− 1·67	+ 7·0
	6 51 30·4	− 4 2·56	+ 22 21·1	1	− 1·72	+ 6·4
	7 56 49·8	− 6 8·95	+ 24 35·9	1	− 1·84	+ 5·0
	8 17 34·2	− 6 34·94	+ 25 34·4	1	− 1·92	+ 4·2
Jänner 29. . . .	4 46 35·2	− 2 57·76	+ 19 29·1	1	− 1·47	+ 9·6
	5 2 23·4	− 3 23·25	+ 19 44·5	1	− 1·54	+ 8·9
		− 3 37·06	+ 5 4·4	1		
	5 17 41·4	− 3 52·59	+ 19 56·6	1	− 1·60	+ 8·3
		− 4 5·03	+ 4 57·0	1		
	6 12 0·2	− 5 31·60	+ 19 42·6	1	− 1·77	+ 7·0
		− 5 43·24	+ 5 3·0	1		
	6 27 11·6	− 5 53·84	+ 5 42·0	1	− 1·82	+ 6·5
	6 44 7·6	− 6 27·34	+ 18 58·0	1	− 1·88	+ 5·8
		− 6 40·00	+ 4 27·6	1		
	7 2 10·0	− 6 55·43	+ 20 27·7	1	− 1·94	+ 5·1
		− 7 7·86	+ 6 39·2	1		

Bd. I und A. N., III, p. 146.]
Instrument: $3^1/_2$ füßiger Dollond mit Kreismikrometer.

α app.	δ app.	⚹	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit in Tagesbruchteilen	Beobachtung — Rechnung		
				Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
15h 29m 18s43	+ 54° 47' 27"3	116	0·20240	— 6s56	— 56"9	(+ 264"1)
17·83	48 20·2	116	20654	— 4·56	— 39·5	(+ 275·3)
14·43	46 43·9	116	21176	— 4·62	— 40·0	+ 126·2
11·54	47 53·9	116	21535	— 5·20	— 44·0	(+ 160·0)
28 21·66	+ 55 0 15·4	118	29211	— 5·44	— 46·8	+ 126·6
18·45	1 25·4	118	29877	— 4·25	— 36·6	+ 129·2
6·60	3 41·8	117	31731	— 4·06	— 34·9	+ 78·0
6·83	1·8	118		— 3·83	— 32·9	(+ 38·0)
6·60	40·5	117	32464	+ 0·76	(+ 6·5)	(+ 2·5)
2·94	4 29·2	118		— 2·90	(— 24·9)	+ 51·2
27 56·11	8 50·7	117	33373	— 3·83	— 32·9	(+ 220·8)
56·15		118		— 3·79	— 32·5	(— 3·8)
49·55	8 42·4	117	34096	— 5·62	— 48·2	+ 139·3
48·67	36·5	118		— 6·50	— 55·8	+ 133·4
44·05	10 24·6	117	35119	— 4·45	— 38·2	+ 137·8
44·30	14·8	118		— 4·20	— 36·0	+ 128·0
13 33 30·25	+ 69 47 35·8	101	21735	— 18·57	— 96·2	(— 9·3)
34 17·04	41 58·4	103		+ 28·22	(+ 146·2)	(— 346·7)
17·18	53 12·9	105		+ 28·36	(+ 146·9)	(+ 327·8)
12 20 43·93	+ 72 33 24·6	94	24068	— 17·53	— 78·7	(— 111·0)
24·37	34 29·2	94	24959	— 15·76	— 70·7	(— 75·0)
5·87	35 17·6	94	25700	— 15·47	— 69·4	(— 50·6)
19 51·81	39 9·3	95	26451	— 12·52	— 56·1	(+ 157·1)
32·87	38 14·8	95	27309	— 10·87	— 48·7	+ 75·4
9·41	19·1	95	28282	— 10·99	— 49·2	+ 48·9
17 23·02	40 33·9	95	32819	— 8·21	— 36·7	+ 44·3
16 57·03	41 32·4	95	34259	+ 0·46	(+ 2·1)	+ 58·8
11 41 37·45	+ 73 13 17·6	92	19602	— 17·16	— 74·4	(+ 146·6)
11·96	33·0	92	20700	— 15·37	— 66·7	(+ 148·0)
11·99	12 22·7	93		— 15·34	— 66·6	+ 77·7
40 42·62	13 45·1	92	21762	— 18·32	— 79·5	(+ 146·0)
44·02	12 15·3	93		— 16·92	— 73·4	+ 56·2
39 3·61	13 31·1	92	25534	— 23·52	— 102·0	+ 85·0
5·81	12 21·3	93		— 21·32	— 92·5	(+ 15·2)
38 55·21	13 0·3	93	26589	— 5·63	(— 24·4)	+ 41·4
7·87	12 46·5	92	27765	— 23·68	— 102·7	(+ 13·4)
9·05	11 45·9	93		— 22·50	— 97·6	(— 47·2)
37 39·78	14 16·2	92	29018	— 20·57	— 89·2	(+ 148·5)
41·19	13 57·5	93		— 19·16	— 83·1	+ 69·8

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	☄ − ✳		Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
		α	δ			
1824 Februar 9. . . .	8h 53m 12s6			10	+ 0s06	
	9 6 57·6			4		− 8"2
Februar 28. . . .	14 31 33·4	− 1m 17s54	+ 1' 30"5	1	+ 0·29	+ 5·9
	14 42 40·1	− 1 15·94	+ 3 33·5	1	+ 0·27	+ 6·1
	14 48 43·6	− 1 16·86	+ 2 44·1	1	+ 0·26	+ 6·2
	14 53 21·4	− 1 16·13	+ 3 1·6	1	+ 0·25	+ 6·3
	15 9 7·8	− 1 19·39	+ 1 37·7	1	+ 0·24	+ 6·5
	15 15 12·8	− 1 16·38	+ 2 14·4	1	+ 0·22	+ 6·6
	15 19 15·1	− 1 17·92	+ 0 20·4	1	+ 0·21	+ 6·7

2. Altona. [A. N., II,

Beobachter mit Ausnahme der letzten Position von Jänner 17., die Nehus am Kreismikrometer nahm,
meter am 6. und 11. Jänner, später am

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	α	δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824 Jänner 5. . . .	17h 7m 48s2	+ 1m 30s16	− 33' 16"3	1	− 0s48	+ 8"4
	17 11 52·8	+ 1 30·36	− 32 24·3	1	− 0·47	+ 8·3
	17 19 0·9	+ 1 29·66	− 31 59·1	1	− 0·46	+ 8·2
	17 24 4·5	+ 1 29·66	− 31 28·0	1	− 0·45	+ 8·2
	17 32 49·9	+ 1 28·91	− 31 3·8	1	− 0·44	+ 8·1
	17 38 55·9	+ 1 28·66	− 30 46·8	1	− 0·43	+ 8·0
Jänner 6. . . .	17 0 59·6	+ 3 56·83	− 0 13·0	1	− 0·50	+ 8·3
		+ 3 35·63	+ 19 28·6	1		
	17 7 37·2	+ 3 36·52	+ 19 54·3	2	− 0·49	+ 8·1
	17 14 9·5	+ 3 55·55	+ 0 30·7	2	− 0·49	+ 8·0
		+ 3 35·57	+ 20 10·6	2		
Jänner 11. . . .	16 32 13·3	+ 1 30·09	− 12 37·7	1	− 0·61	+ 7·5
	16 36 7·7	+ 1 27·17	− 12 10·4	2	− 0·60	+ 7·5
	16 40 41·6	+ 1 26·88	− 11 47·5	4	− 0·59	+ 7·4
	17 59 25·3	+ 1 15·51	− 4 29·4	2	− 0·44	+ 6·2
Jänner 14. . . .	16 7 40·7	+ 4 7·38		1	− 0·71	
		− 3 48·75		1		
	16 20 33·0	+ 4 6·02		1	− 0·67	
		− 3 50·74		1		
	16 33 51·3	+ 2 35·89	− 21 20·4	1	− 0·64	+ 6·1
		− 0 45·46	− 33 35·1	1		
		− 3 54·76	− 12 39·5	1		
	16 52 41·0	+ 2 32·62	− 22 30·3	1	− 0·60	+ 5·8
		− 3 58·13	− 11 28·2	1		
	17 7 23·5	+ 2 29·25	− 17 47·0	1	− 0·56	+ 5·5
		− 0 53·05	− 29 52·9	1		
		− 4 2·28		1		
	17 23 6·2	+ 2 25·41	− 16 34·7	1	− 0·52	+ 5·2
		− 0 56·15	− 28 43·4	1		
		− 4 5·04		1		

α app.	δ app.	✳	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit in Tagesbruchteilen	Beobachtung — Rechnung		
				Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
7h 27m 30s51			0 36624	— 3s03	— 22"5	
	+ 60° 19' 31"0		37579			(— 149"3)
6 37 3·82	+ 42 0 15·0	16	59872	— 3·76	— 41·9	(— 115·0)
5·42	2 18·0	16	60603	— 1·95	(— 21·7)	+ 23·7
4·50	1 28·6	16	61023	— 2·75	— 30·6	— 16·7
5·23	1 46·1	16	61344	— 1·94	(— 21·6)	+ 8·6
1·97	0 22·2	16	62440	— 4·87	— 54·2	(— 52·1)
4·98	0 58·9	16	62862	— 1·75	(— 19·4)	— 6·2
3·44	+ 41 59 4·9	16	63143	— 3·21	— 35·8	(— 114·2)

p. 472, 491 und III, p. 29.]

Hansen am 4½ füßigen Fraunhofer mit Kreismikrometer am 5., 14. und 15. Jänner, mit Lampenmikro-
Reichenbach'schen Meridiankreis.

α app.	δ app.	✳	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit	Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
16h 39m 47s09	+ 21° 23' 42"4	148	0·70287	— 4s57	— 63"9	+ 70"1
47·29	24 34·4	148	71264	— 3·01	— 42·1	+ 63·2
46·59	24 59·6	148	71760	— 3·02	— 42·2	+ 58·4
46·59	25 30·7	148	72112	— 2·53	— 35·4	+ 68·5
45·84	25 54·9	148	72720	— 2·42	— 33·8	+ 55·9
45·59	26 11·9	148	73143	— 2·08	— 29·1	+ 47·3
16 37 25·82	+ 23 6 27·9	143	70526	— 4·00	— 55·2	+ 69·7
25·30	20·6	144		— 4·52	— 62·4	+ 62·4
26·19	46·3	144	70986	— 2·94	— 40·6	+ 58·9
24·54	7 11·6	143	71440	— 3·93	— 54·2	+ 55·7
25·24	2·6	144		— 3·23	— 44·6	+ 46·7
16 22 46·27	+ 32 52 52·3	133	68571	— 0·88	(— 11·1)	+ 64·3
43·35	53 19·6	133	68842	— 3·25	— 41·0	+ 70·2
43·06	43·5	133	69159	— 2·79	— 35·2	+ 68·8
31·69	+ 33 1 0·6	133	74627	— 2·08	— 26·2	+ 72·1
16 10 3·15		125	66890	— 4·26	— 49·0	
4·51		129		— 2·90	— 33·4	
16 10 1·79		125	67784	— 2·90	— 33·4	
2·52		129		— 2·17	— 25·0	
16 9 57·99	+ 39 54 52·5	127	68707	— 3·91	— 45·0	+ 90·0
58·52	35·4	128		— 3·38	— 38·9	+ 62·9
58·50	55 8·1	129		— 3·40	— 39·1	+ 95·6
54·72	53 42·6	127	70015	— 3·22	— 37·0	(— 107·2)
55·13	56 19·4	127		— 2·81	— 32·3	+ 49·6
51·35	58 25·9	127	71036	— 3·49	— 40·1	+ 84·3
50·93	17·6	128		— 3·91	— 45·0	+ 76·0
50·98		129		— 3·86	— 44·4	
47·51	59 38·2	127	72128	— 4·00	— 46·0	+ 58·4
47·83	27·1	128		— 3·68	— 42·1	+ 47·3
48·22		129		— 3·29	— 37·8	

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	☄ − *		Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
		α	δ			
1824 Jänner 15. . . .	16^h 2^m 42^s7	− 1^m 11^s64	− 25' 1"1	1	− 0^s73	+ 5·9
	16 17 23·8	− 1 13·43	− 24 47·3	1	− 0·71	+ 5·8
	16 26 54·2	− 1 16·28	− 23 14·9	1	− 0·69	+ 5·6
	16 33 55·9	− 1 17·53	− 22 27·6	1	− 0·67	+ 5·5
	16 40 26·3	− 1 19·29	− 21 55·1	1	− 0·65	+ 5·3
	17 0 44·5	− 1 23·19		1	− 0·63	
Jänner 24. . . .	5 34 33·6				− 0·0	+ 15·8
Jänner 25. . . .	5 6 57·7				− 0·0	+ 15·4
Jänner 30. . . .	13 29 3·5				− 0·0	− 5·6
Februar 2. . . .	11 40 41·9				− 0·0	− 4·6
Februar 3. . . .	11 13 28·3				− 0·0	− 4·1
Februar 11. . . .	9 20 57·6				− 0·0	− 0·9
Februar 13. . . .	8 53 28·8				− 0·0	− 0·3

3. Bremen. [A. N., II, p. 469, 479 und III, p. 46, 89; Neue Reduktion der Beobachter: Olbers.

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	α	δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824 Jänner 11. . . .	13^h 47^m 25^s0	+ 1^m 52^s7	− 27' 54"0	6	− 0^s72	+ 11"0
Jänner 14. . . .	13 21 22·0				− 0·84	+ 11·1
Februar 18. . . .	13 50 32·0				+ 0·59	+ 4·4
Februar 19. . . .	13 32 29·0				+ 0·42	+ 6·4
Februar 21. . . .	13 34 49·0			9	+ 0·47	+ 3·2
Februar 27. . . .	12 43 20·0				+ 0·40	+ 3·7
	12 52 20·0				+ 0·40	+ 3·8
Februar 28. . . .	12 19 59·0				+ 0·38	+ 3·4
März 5.	12 1 57·0			?	+ 0·32	+ 3·3
März 19.	11 8 8·0	+ 1 24·71	− 2 10·0	1	+ 0·23	+ 2·8
		− 4 17·64	− 7 55·2	1		
	11 19 36·0	+ 1 21·70	− 2 57·1	1	+ 0·23	+ 2·9
		− 3 13·49	+ 2 55·6	1		
	11 41 24·0	+ 1 22·70	− 3 4·6	1	+ 0·23	+ 3·0
		− 3 9·48		1		
	11 42 54·5	+ 1 24·71	− 3 30·0	1	+ 0·23	+ 3·0
		− 2 23·88	− 2 50·2	1		

α app.	δ app.	*	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit in Tagesbruchteilen	Beobachtung — Rechnung		
				Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
16ʰ 4ᵐ 46ˢ47	+ 42° 24' 29"0	126	0·66550	— 4ˢ63	— 51"3	(+ 141"9)
44·68	42·8	126	67570	— 2·96	— 32·8	+ 61·1
41·83	26 15·2	126	68230	— 3·57	— 39·5	+ 92·2
40·58	27 2·5	126	68718	— 3·15	— 34·9	+ 94·1
38·82	27 35·0	126	69170	— 3·39	— 37·6	+ 84·7
34·92		126	70580	— 2·47	— 27·3	
14 26 18·22	+ 65 32 46·1		22952	— 10·85	— 67·4	+ 102·4
14 2 34·35	+ 67 48 12·6		21034	— 13·34	— 75·6	+ 103·1
10 45 53·44	+ 73 11 3·6		55879	— 15·87	— 68·9	+ 0·3
9 7 45·79	+ 70 34 22·3		48331	+ 24·67	(+ 123·2)	— 26·0
8 45 34·16	+ 69 14 3·1		46167	— 18·30	— 97·3	— 45·6
7 14 16·13	+ 57 36 12·0		38525	— 4·95	— 39·8	+ 18·7
7 4 37·16	+ 55 5 2·2		36590	— 6·01	— 51·6	— 32·2

Olbers'schen Beobachtungen von W. Schur und A. Stichtenoth.]
Instrument: Kreismikrometer.

α app.	δ app.	*	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit in Tagesbruchteilen	Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
16ʰ 23ᵐ 8ˢ88	+ 32° 37' 36"0	133	0·57126	— 3ˢ15	— 39"8	+ 53"2
16 10 37·47	+ 39 34 53·0		55339	— 4·36	— 50·4	+ 79·3
6 48 50·60	+ 49 32 18·0		57145	— 4·04	— 39·3	(+ 40·5)
6 46 50·87	+ 48 37 21·0		55877	— 5·88	— 58·3	+ 4·5
6 43 33·00	+ 46 55 27·0		56008	— 5·55	— 56·9	(+ 34·5)
6 37 39·40	+ 42 41 23·0		52336	— 4·64	— 51·2	+ 17·1
39·67	7·0		52961	— 4·14	— 45·7	+ 15·1
6 37 7·40	+ 42 5 24·0		50698	— 2·96	— 33·0	— 3·3
6 35 24·27	+ 38 59 6·0		49343	— 2·77	— 32·3	(+ 68·6)
6 38 17·32	+ 33 58 8·9	11	45360	— 2·55	— 31·7	+ 94·9
15·62	46 9·0	28		— 4·25	— 52·9	(— 625·0)
14·31	57 21·8	11	46156	— 5·77	— 71·8	+ 55·9
10·84	56 7·2	26		— 9·24	(— 115·0)	— 18·7
15·31	57 14·3	11	47670	— 5·13	— 63·8	+ 63·9
14·84		26		— 5·60	— 69·7	
17·32	56 48·9	11	47775	— 3·16	— 39·3	+ 39·5
17·18	56 42·6	22		— 3·30	— 41·0	+ 33·2

4. Dorpat. [A. N., III, p. 184

Beobachter:

Instrument: Jänner 15. bis Februar 9. Reichenbach'scher Meridiankreis,

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	☿ − ✶ α	☿ − ✶ δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824 Jänner 15. . . .	6h 43m 19s7			1	+ 0s0	+ 16"3
Jänner 20. . . .	5 45 49·7			1	− 0·0	+ 16·4
Februar 9. . . .	8 25 8·7			1	− 0·0	− 0·5
Februar 28. . . .	11 28 58·0	− 1m 13s30		1	+ 0·34	
	11 34 18·1	− 1 13·50		1	+ 0·34	
	11 47 14·0	− 0 35·00	− 20' 17"7	1	+ 0·34	+ 4·2
	11 50 50·4	− 0 35·70	− 20 30·8	1	+ 0·34	+ 4·3
	11 53 37·0	− 0 31·50	− 20 26·1	1	+ 0·34	+ 4·4
	11 56 30·5	− 1 14·50		1	+ 0·34	
	12 0 39·8	− 1 13·50		1	+ 0·34	
	12 4 12·2	− 1 14·50		1	+ 0·34	
	12 7 25·7	− 0 40·50	− 21 16·2	1	+ 0·35	+ 4·5
	12 9 51·3	− 0 37·50	− 20 48·2	1	+ 0·35	+ 4·5
	12 13 29·7	− 1 15·00		1	+ 0·35	
März 2.	10 16 6·4	+ 1 26·70	+ 3 47·0	1	+ 0·28	+ 3·3
		− 1 21·80		1		
	10 22 4·4	+ 1 42·00		1	+ 0·28	+ 3·3
		+ 1 25·50	+ 2 55·0	1		
		− 1 22·50	+ 5 39·0	1		
	10 26 17·7	− 1 22·30	+ 5 37·0	1	+ 0·29	+ 3·4
März 4.	10 9 30·4	+ 2 32·00	− 4 46·0	1	+ 0·26	+ 3·3
	10 14 7·6	+ 2 33·50	− 4 18·0	1	+ 0·26	+ 3·4
	10 18 44·9	+ 2 33·00		1	+ 0·27	
	10 50 39·6	+ 2 32·50	− 5 8·0	1	+ 0·28	+ 3·8
		+ 1 39·50	+ 19 59·0	1		
	11 13 49·8	+ 1 38·50	+ 19 50·0	1	+ 0·29	+ 3·9
	12 9 13·7	+ 1 37·50	+ 19 32·0	1	+ 0·30	+ 4·2
	12 4 10·9	+ 2 29·20		1	+ 0·30	

5. Göttingen. [A. N., III, p. 180,

Beobachter: Februar 3. bis März 2. Gauss am Meridiankreise, sonst

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	☿ − ✶ α	☿ − ✶ δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824 Jänner 5. . . .	16h 19m 34s7	+ 0m 39s20	+ 14' 27"0		− 0s56	+ 8"7
Jänner 10, . . .	15 46 35·7				− 0·68	+ 8·3
	15 51 20·7				− 0·67	+ 8·3
Jänner 31. . . .	12 48 34·2				− 0·00	− 5·9
Februar 3. . . .	11 15 20·8				− 0·00	− 4·6
Februar 7. . . .	9 58 16·5				− 0·00	− 2·6
Februar 8. . . .	9 44 19·0				− 0·00	− 2·2
Februar 19. . . .	8 12 37·2				− 0·00	+ 0·4

und Dorpater Beob., Bd. V.]

Struve.

von Februar 28. an am Kreismikrometer des 5füßigen Troughton.

α app.	δ app.	*	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit in Tagesbruchteilen	Beobachtung — Rechnung		
				Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
16h 6m 53s97	+ 41° 23' 44"4		0·27704	— 4s26	— 47"9	+ 84"4
15 28 56·05	+ 54 50 29·4		23732	— 6·55	— 56·6	+ 94·2
7 27 34·30	+ 60 23 48·7		34675	— 8·22	— 60·9	— 34·7
6 37 8·06		16	47155	— 3·45	— 38·1	
7·86		16	47525	— 3·53	— 39·0	
8·66	+ 42 5 39·7	14	48421	— 2·44	— 26·9	— 35·4
7·96	26·6	14	48674	— 3·06	— 33·8	(— 43·0)
12·16	31·3	14	48867	+ 1·20	(+ 13·0)	— 34·1
6·86		16	49068	— 4·05	— 44·6	
7·86		16	49356	— 2·96	— 32·5	
7·36		16	49602	— 3·38	— 37·2	
3·16	4 41·2	14	49826	— 7·50	(— 81·1)	(— 63·6)
6·16	5 9·2	14	49994	— 4·45	— 49·1	— 32·0
6·36		16	50247	— 4·17	— 46·0	
6 35 59·35	+ 40 28 34·5	7	42044	— 1·28	— 14·6	+ 13·1
57·77		13		— 2·86	— 32·6	
57·17		6	42459	— 3·39	— 38·7	
58·08	27 41·8	7		— 2·49	— 31·5	— 31·6
57·07	44·6	13		— 3·49	— 39·8	— 28·8
57·27	42·6	13	42753	— 3·23	— 36·9	— 25·2
6 35 29·38	+ 39 27 47·3	3	41552	— 5·42	— 62·7	— 35·3
30·88	28 15·3	3	41873	— 3·89	— 45·0	— 1·7
30·38		3	42194	— 4·35	— 50·4	
29·88	27 25·3	3	44410	— 4·64	— 53·7	— 7·3
32·75	28 29·6	5		— 1·77	— 20·5	(+ 57·0)
31·75	28 20·6	5	46019	— 2·62	— 30·3	(+ 75·9)
30·75	28 2·6	5	49866	— 3·26	— 37·8	(+ 124·6)
26·58		3	50210	— 7·40	— 85·7	

194 und Berlin. Jahrb. 1827.]

Harding am 13füßigen Schröter mit Kreismikrometer.

α app.	δ app.	*	Zeit	Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
16h 39m 52s11	+ 21° 24' 40"0	178	0·67639	— 3s80	— 53"1	(+ 287"2)
16 26 21·33	+ 30 43 59·0		65394	+ 0·15	(+ 1·9)	(+ 296·6)
19·53	44 55·0		65724	— 0·99	(— 12·8)	(+ 327·8)
10 9 5·94	+ 72 38 35·3		53060	— 22·94	(— 102·7)	+ 1·6
8 45 32·67	+ 69 14 8·6		46561	— 14·64	— 77·9	— 20·4
7 44 51·31	+ 63 14 55·9		41166	— 15·28	(— 103·2)	— 51·7
7 35 23·28	+ 61 46 15·0		40185	— 7·37	— 52·3	— 40·2
6 47 18·08	+ 48 48 51·1		33664	— 4·38	— 43·3	— 31·1

Datum		Mittlere Zeit Greenwich	☿ − ✱ α	☿ − ✱ δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824	Februar 27. . . .	$7^h\ 31^m\ 59^s8$				$-\ 0^s00$	$+\ 1''1$
	Februar 28. . . .	7 27 0·9				− 0·00	+ 1·2
	März 2.	7 14 12·7				− 0·00	+ 1·3
	März 23.	9 37 3·7	$+\ 1^m\ 53^s55$	$+\ 6'\ 45''6$	1	+ 0·19	+ 2·1
			+ 0 47·50	− 2 19·6	1		
		9 46 58·7	+ 1 54·50	+ 6 32·5	1	+ 0·19	+ 2·2
			+ 0 49·55		1		
		9 53 34·7	+ 1 55·25		1	+ 0·20	
			+ 0 48·75		1		
		10 3 39·7	+ 1 54·50	+ 6 4·7	1	+ 0·20	+ 2·3
			+ 0 48·50	− 2 52·8			
	März 24.	10 18 28·7	+ 2 25·10	− 10 42·8	1	+ 0·21	+ 2·4
		10 33 33·7	+ 2 24·75	− 10 50·0	1	+ 0·22	+ 2·4

6. Greenwich. [Greenwich Astron.

Beobachter:

Instrument: Bis Jänner 23. $15^h\ 3^m$ Kreisablesung

Datum		Mittlere Zeit Greenwich	☿ − ✱ α	☿ − ✱ δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824	Jänner 1. . . .	$18^h\ 25^m\ 23^s5$	$-\ 0^h\ 18^m\ 33^s86$	$+\ 0°\ 43'\ 24''9$	1	$-\ 0^s42$	$+\ 7''8$
		18 29 24·4	− 0 18 29·38		1	− 0·42	
		18 30 57·1	− 0 18 32·39	+ 0 43 47·3	1	− 0·41	+ 7·7
		18 33 16·2	− 0 18 35·91	+ 0 43 55·1	1	− 0·41	+ 7·7
		18 50 12·9	− 0 18 39·56		1	− 0·40	
		18 53 51·8	− 0 18 34·93	+ 0 44 55·1	1	− 0·38	+ 7·6
		18 55 54·5	− 0 18 34·81	+ 0 45 11·1	1	− 0·38	+ 7·6
		18 58 3·8	− 0 18 34·97	+ 0 45 22·2	1	− 0·37	+ 7·6
		19 0 43·4	− 0 18 36·84	+ 0 45 34·1	1	− 0·37	+ 7·5
		19 8 23·6	− 0 18 38·20	+ 0 45 52·2	1	− 0·36	+ 7·5
	Jänner 2. . . .	17 46 29·1	− 0 20 39·17	+ 2 8 35·2	1	− 0·47	+ 8·1
		17 51 46·1	− 0 20 40·01	+ 2 8 43·7	1	− 0·46	+ 8·0
		17 52 45·0	− 0 20 38·33	+ 2 8 51·3	1	− 0·46	+ 8·0
		17 54 13·7	− 0 20 34·67	+ 2 9 2·0	1	− 0·45	+ 8·0
		17 58 40·0	− 0 20 39·47	+ 2 9 15·3	1	− 0·45	+ 7·9
		18 48 20·3	− 0 20 34·18	+ 2 12 23·7	1	− 0·40	+ 7·7
		18 50 44·0	− 0 20 30·10	+ 2 12 23·8	1	− 0·39	+ 7·7
		19 4 18·7	− 0 20 32·05	+ 2 13 28·2	1	− 0·37	+ 7·6
		19 7 4·8	− 0 20 32·19	+ 2 13 32·4	1	− 0·36	+ 7·5
		19 9 31·9	− 0 20 33·38	+ 2 13 34·5	1	− 0·36	+ 7·5
	Jänner 5. . . .	17 33 21·1	− 0 26 49·09	+ 6 50 11·5	1	− 0·52	+ 8·1
		17 36 42·3	− 0 26 49·21	+ 6 50 18·8	1	− 0·51	+ 8·1
		17 38 7·8	− 0 26 49·43	+ 6 50 27·1	1	− 0·51	+ 8·0
		17 39 19·6	− 0 26 48·35	+ 6 50 31·9	1	− 0·50	+ 8·0

α app.	δ app.	*	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit in Tagesbruchteilen	Beobachtung — Rechnung		
				Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
6h 37m 47s37	+ 42° 48' 49"0		0·30715	— 5s26	— 53"6	— 22"3
6 37 12·51	+ 42 12 46·2		30353	— 4·73	— 52·6	+ 1·9
6 36 2·63	+ 40 32 2·5		29413	— 0·48	(— 5·5)	— 18·7
6 40 8·93	+ 32 54 31·4	15	38964	— 1·07	(— 13·5)	(+ 30·8)
8·30	54 25·4	19		— 1·70	(— 21·4)	(+ 24·8)
9·88	54 18·3	15	39652	— 0·37	(— 4·7)	(+ 24·0)
10·35		19		+ 0·14	(+ 1·8)	
10·63		15	40110	+ 0·29	(+ 3·7)	
9·52		19		— 0·79	(— 10·0)	
9·88	53 50·5	15	40811	— 0·67	(— 8·4)	(+ 6·7)
9·30	53 52·2	19		— 1·25	(— 15·8)	(+ 8·4)
6 40 40·48	+ 32 37 3·0	15	41822	— 1·35	(— 17·1)	(— 106·7)
40·13	36 55·8	15	42869	— 2·02	(— 25·5)	(— 104·8)

observ. 1824 by John Pond.]

Pond (?).

am 5füßigen Äquatoreal; später Meridiankreis.

α app.	δ app.	*	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit in Tagesbruchteilen	Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
16h 48m 3s26	+ 15° 19' 11"8	172	0·76334	— 3s60	— 49"2	+ 58"8
7·74		172	76612	+ 1·41	(+ 20·4)	
4·73	34·2	172	76719	— 1·42	(— 20·6)	+ 59·0
1·21	42·0	172	76880	— 4·78	— 70·8	+ 59·4
47 57·56		172	78057	— 7·08	(— 102·4)	
48 2·19	20 42·0	172	78311	— 2·10	— 30·3	+ 45·3
2·31	58·0	172	78453	— 1·87	— 27·0	+ 56·3
2·15	21 9·1	172	78602	— 1·86	— 26·8	+ 54·9
0·28	21·0	172	78786	— 3·51	— 50·7	+ 57·0
47 58·92	39·1	172	79320	— 4·21	— 60·9	+ 52·4
16 45 57·99	+ 16 44 21·9	172	73647	— 14·08	(— 202·0)	+ 83·1
57·15	30·4	172	74013	— 14·52	(— 208·4)	+ 70·3
58·83	38·0	172	74082	— 12·77	(— 183·3)	+ 74·2
46 2·49	48·7	172	74184	— 9·00	(— 129·2)	+ 75·0
45 57·69	45 2·0	172	74492	— 13·36	(— 191·7)	+ 78·3
46 2·98	48 10·4	172	77942	— 3·86	— 55·4	+ 82·5
7·06	10·5	172	78108	+ 0·46	(+ 6·6)	+ 72·5
5·11	49 14·9	172	79051	— 0·47	(— 6·7)	+ 92·3
4·97	19·1	172	79243	— 0·26	(— 3·7)	+ 86·3
3·78	21·2	172	79414	— 1·25	(— 17·9)	+ 74·6
16 39 48·21	+ 21 25 57·5	172	72762	— 0·59	(— 8·2)	+ 56·0
48·11	26 4·8	172	72994	— 0·40	(— 5·6)	+ 51·5
47·87	13·1	172	73093	— 0·59	(— 8·2)	+ 53·8
48·95	17·9	172	73176	+ 0·65	(+ 9·1)	+ 52·7

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	♅ − ✶ α	♅ − ✶ δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824 Jänner 5. . . .	17h 40m 35s4	− 0h 26m 52s27	+ 6° 50' 41"7	1	− 0s50	+ 8"0
	17 42 3·8	− 0 26 52·50	+ 6 50 48·6	1	− 0·49	+ 7·9
	17 43 13·4	− 0 26 53·62	+ 6 50 56·5	1	− 0·49	+ 7·9
	18 28 47·9	− 0 27 1·90	+ 6 54 16·9	1	− 0·41	+ 7·4
	18 30 13·7	− 0 26 54·78	+ 6 54 23·5	1	− 0·41	+ 7·4
	18 31 19·0	− 0 26 53·15	+ 6 54 27·6	1	− 0·40	+ 7·3
	18 32 19·9	− 0 26 58·04	+ 6 54 34·7	1	− 0·40	+ 7·3
	18 46 15·6	− 0 26 56·93	+ 6 55 23·3	1	− 0·40	+ 7·3
Jänner 6. . . .	17 31 56·7	− 0 29 18·81	+ 8 32 53·4	1	− 0·53	+ 8·0
	17 35 32·1	− 0 29 12·75	+ 8 33 10·7	1	− 0·53	+ 8·0
	17 37 2·9	− 0 29 12·69	+ 8 33 15·1	1	− 0·52	+ 8·0
	17 38 7·2	− 0 29 10·12	+ 8 33 21·4	1	− 0·52	+ 7·9
	17 39 3·0	− 0 29 8·06	+ 8 33 22·3	1	− 0·51	+ 7·9
	17 40 14·3	− 0 29 18·50	+ 8 33 33·2	1	− 0·51	+ 7·9
	17 41 25·6	− 0 29 11·93	+ 8 33 33·5	1	− 0·50	+ 7·8
	17 42 36·4	− 0 29 9·87	+ 8 34 7·0	1	− 0·50	+ 7·8
	17 44 2·2	− 0 29 9·80	+ 8 34 11·7	1	− 0·50	+ 7·7
	17 45 21·0	− 0 29 11·54	+ 8 34 21·0	1	− 0·49	+ 7·7
	18 12 28·0	− 0 29 14·19	+ 8 35 33·4	1	− 0·47	+ 7·5
Jänner 11. . . .	18 6 55·1	− 0 44 5·15	+ 18 25 59·4	1	− 0·51	+ 6·3
	18 7 56·5	− 0 44 7·56	+ 18 26 22·8	1	− 0·51	+ 6·3
	18 9 15·8	− 0 44 5·97	+ 18 26 25·2	1	− 0·51	+ 6·3
	18 10 8·1	− 0 44 7·38	+ 18 26 27·6	1	− 0·51	+ 6·3
	18 40 56·1	− 0 44 9·29		1	− 0·42	
	18 45 57·9	− 0 44 12·70	+ 18 29 8·4	1	− 0·41	+ 5·7
	18 46 19·2	− 0 44 9·11	+ 18 30 13·8	1	− 0·41	+ 5·7
Jänner 12. . . .	17 33 51·1	+ 0 51 30·03	+ 7 55 42·6	1	− 0·77	+ 3·0
		− 0 15 52·88	+ 3 18 24·5	1		
		− 0 47 47·25	+ 20 37 59·7	1		
	17 38 8·9	+ 0 51 28·51	+ 7 56 13·4	1	− 0·76	+ 2·9
		− 0 15 54·39	+ 3 18 55·2	1		
		− 0 47 48·76	+ 20 38 30·4	1		
	17 39 28·6	+ 0 51 25·50	+ 7 56 19·2	1	− 0·76	+ 2·9
		− 0 15 57·41	+ 3 19 1·0	1		
		− 0 47 51·78	+ 20 38 36·2	1		
	17 40 22·0	+ 0 51 31·99	+ 7 56 22·5	1	− 0·76	+ 2·8
		− 0 15 50·92	+ 3 19 4·2	1		
		− 0 47 45·29	+ 20 38 39·4	1		
	17 41 1·9	+ 0 51 27·97	+ 7 56 32·8	1		
		− 0 15 54·93	+ 3 19 14·4	1		
		− 0 47 49·31	+ 20 38 49·6	1		
	17 44 9·4	+ 0 51 26·96	+ 7 56 35·6	1	− 0·75	+ 2·8
		− 0 15 55·95	+ 3 18 17·1	1		
		− 0 47 50·32	+ 20 38 52·3	1		

α app.	δ app.	⁎	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit in Tagesbruchteilen	Beobachtung — Rechnung		
				Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
$16^h\ 39^m\ 45^s03$	+ 21° 26' 27"7	172	0·73264	— 3s07	— 42"9	+ 56"9
44·80	34·6	172	73366	— 3·16	— 44·1	+ 57·2
43·68	42·5	172	73447	— 4·15	— 58·0	+ 59·5
35·40	30 2·9	172	76612	— 7·96	— 111·1	+ 68·6
42·52	9·5	172	76711	— 0·71	(— 9·9)	+ 69·5
44·15	13·6	172	76787	+ 1·02	(+ 14·2)	+ 68·9
39·26	20·7	172	76857	— 3·77	— 53·8	+ 71·0
40·37	31 9·3	172	76991	— 2·47	— 34·5	(+ 112·1)
16 37 18·53	+ 23 16 42·4	172	72676	— 8·18	(— 112·7)	+ 65·3
24·59	59·7	172	72925	— 1·76	— 24·3	+ 66·9
24·65	17 4·1	172	73030	— 1·57	— 21·7	+ 60·3
27·22	10·4	172	73105	+ 1·17	(+ 16·1)	+ 65·7
29·28	11·3	172	73169	+ 3·33	(+ 45·9)	+ 62·9
18·84	22·2	172	73252	— 6·96	— 95·9	+ 67·6
25·41	22·5	172	73334	— 0·31	(— 4·3)	+ 64·7
27·47	56·0	172	73416	+ 1·87	(+ 25·8)	+ 93·2
27·54	18 0·7	172	73515	+ 2·10	(+ 22·7)	+ 90·2
25·80	10·0	172	73607	+ 0·47	(+ 6·5)	+ 94·6
23·15	19 22·4	172	75490	+ 0·65	(+ 7·6)	+ 47·5
16 22 32·33	+ 33 1 44·2	172	75148	— 0·36	(— 4·6)	+ 74·4
29·92	2 6·6	172	75219	— 2·61	(— 33·0)	+ 91·2
31·51	10·0	172	75310	— 0·83	(— 10·5)	+ 87·4
30·10	12·4	172	75371	— 2·10	(— 26·6)	+ 84·9
28·19		172	77510	— 0·76	(— 9·6)	
24·78	4 53·2	172	77789	— 2·03	(— 25·7)	(+ 37·5)
28·37	5 58·6	172	77884	+ 1·77	(+ 22·4)	+ 110·4
16 18 44·65	+ 35 14 3·8	115	72859	— 3·75	— 45·9	+ 99·0
42·81	13·0	145		— 5·69	— 69·7	+ 108·2
50·26	13 44·2	172		+ 1·86	(+ 22·8)	+ 79·4
43·13	14 34·6	115	73158	— 4·54	— 55·6	+ 104·9
41·30	43·7	145		— 6·37	— 78·0	+ 114·0
48·75	14·9	172		+ 1·08	(+ 13·2)	+ 85·2
40·12	40·4	115	73250	— 7·33	— 89·8	+ 103·3
38·28	49·5	145		— 9·17	— 112·4	+ 112·4
45·73	20·7	172		— 1·72	(— 21·1)	+ 83·6
46·61	43·7	115	73312	— 0·70	(— 8·6)	+ 101·4
44·77	52·7	145		— 2·54	(— 31·1)	+ 110·4
52·22	23·9	172		+ 4·91	(+ 60·2)	+ 81·6
42·59	54·0	115	73358	— 4·58	— 56·1	+ 107·6
40·76	15 2·9	145		— 6·41	— 78·6	+ 116·5
48·20	14 34·1	172		+ 1·03	(+ 12·6)	+ 87·7
41·58	56·8	115	73575	— 5·09	— 62·4	+ 93·0
39·74	15 5·6	145		— 6·93	— 84·9	+ 101·8
47·19	14 36·8	172		+ 0·52	(+ 6·3)	+ 73·0

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	☌ — ✳ α	☌ — ✳ δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824 Jänner 12. . . .	17h 46m 53s9	+ 0h 51m 29s95	+ 7° 57' 3"4	1	— 0s73	+ 2"7
		— 0 15 52·96	+ 3 19 44·8	1		
		— 0 47 47·33	+ 20 39 20·0	1		
	17 48 25·7	+ 0 51 28·94	+ 7 57 7·6	1	— 0·73	+ 2·7
		— 0 15 53·98	+ 3 19 49·0	1		
		— 0 47 48·34	+ 20 39 24·2	1		
	17 49 25·5	+ 0 51 27·92	+ 7 57 9·8	1	— 0·72	+ 2·6
		— 0 15 54·99	+ 3 19 51·2	1		
		— 0 47 49·35	+ 20 39 26·5	1		
	17 50 30·8	+ 0 51 25·40	+ 7 57 12·2	1	— 0·72	+ 2·6
		— 0 15 57·50	+ 3 19 53·9	1		
		— 0 47 51·87	+ 20 39 29·2	1		
Jänner 18. . . .	11 10 21·2	+ 2 5 0·19	— 0 17 38·3	1	— 0·67	+ 15·3
	11 12 44·8	+ 2 4 59·12	— 0 17 31·2	1	— 0·67	+ 15·3
	11 14 5·6	+ 2 4 57·43	— 0 17 24·1	1	— 0·67	+ 15·2
	11 16 7·2	+ 2 4 57·74	— 0 17 15·0	1	— 0·68	+ 15·2
	11 17 16·0	+ 2 4 59·10	— 0 17 9·8	1	— 0·68	+ 15·1
	11 37 17·8	+ 2 5 0·41	— 0 15 18·6	1	— 0·73	+ 14·8
	11 39 0·5	+ 2 4 53·71	— 0 15 6·2	1	— 0·74	+ 14·8
	11 40 57·2	+ 2 4 53·97	— 0 14 56·8	1	— 0·74	+ 14·7
Jänner 19. . . .	11 47 29·5	+ 1 55 57·39	+ 2 32 59·6	1	— 1·07	+ 12·7
	11 51 32·8	+ 1 55 59·04	+ 2 33 36·7	1	— 1·08	+ 12·6
	11 53 21·5	+ 1 55 58·69	+ 2 33 49·9	1	— 1·08	+ 12·5
	11 54 36·8	+ 1 56 6·34	+ 2 34 8·0	1	— 1·09	+ 12·4
	11 55 37·2	+ 1 55 58·99	+ 2 34 15·1	1	— 1·09	+ 12·4
Jänner 23. . . .	14 47 29·6	+ 0 58 37·83	+ 13 50 18·0	1	— 2·08	+ 0·4
	14 51 4·1	+ 0 58 35·92	+ 13 50 23·0	1	— 1·95	+ 0·3
	14 53 48·7	+ 0 58 32·01	+ 13 50 39·0	1	— 1·82	+ 0·2
	14 55 10·5	+ 0 58 41·10	+ 13 51 0·0	1	— 1·74	+ 0·2
	14 56 27·2	+ 0 58 32·18	+ 13 51 10·0	1	— 1·68	+ 0·1
	14 59 38·7	+ 0 58 27·26	+ 13 51 32·0	1	— 1·54	+ 0·1
	15 1 8·5	+ 0 58 28·35	+ 13 51 36·0	1	— 1·48	+ 0·0
	15 3 36·1	+ 0 58 32·43	+ 13 51 55·0	1	— 1·35	— 0·1
	18 25 2·0				— 0·0	— 4·1
Jänner 26. . . .	16 55 55·9				— 0·0	— 5·9
Jänner 27. . . .	16 17 5·4				— 0·0	— 6·2
Jänner 28. . . .	15 34 44·2				— 0·0	— 6·3
Jänner 30. . . .	14 7 33·6				— 0·0	— 6·2
Jänner 31. . . .	13 27 11·7				— 0·0	— 5·9
Februar 1. . . .	12 51 4·2				— 0·0	— 5·5
Februar 2. . . .	12 19 34·6				— 0·0	— 5·2

α app.	δ app.	*	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit in Tagesbruchteilen	Beobachtung — Rechnung		
				Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
16ʰ 18ᵐ 44ˢ57	+ 35° 15' 24"6	115	0·73765	— 1ˢ37	(— 16"8)	+ 105"0
42·73	33·3	145		— 3·21	— 39·3	+ 113·7
50·18	4·5	172		+ 3·99	(+ 48·9)	+ 84·9
43·56	28·8	115	73871	— 2·38	(— 29·2)	+ 112·6
41·71	37·5	145		— 4·23	— 51·8	+ 121·3
49·17	8·7	172		+ 3·23	(+ 39·6)	+ 92·5
42·54	31·0	115	73941	— 3·21	— 39·3	+ 96·4
40·70	39·7	145		— 5·05	— 61·9	+ 105·1
48·16	11·0	172		+ 2·41	(+ 29·5)	+ 76·4
40·02	33·4	115	74016	— 5·54	— 67·9	+ 92·4
38·19	42·4	145		— 7·37	— 90·3	+ 101·4
45·64	13·7	172		+ 0·08	(+ 1·0)	+ 72·7
15 45 36·20	+ 49 53 35·5	104	46262	— 13·36	— 129·1	+ 116·1
35·13	42·6	104	46429	— 13·67	— 132·1	+ 106·3
33·44	49·7	104	46522	— 14·96	— 144·5	+ 104·3
33·75	58·8	104	46663	— 14·00	— 135·3	+ 99·5
35·11	54 4·0	104	46812	— 11·96	— 115·6	+ 89·7
36·42	55 55·2	104	48133	— 3·92	(— 37·4)	(+ 8·5)
29·72	56 7·6	104	48252	— 10·01	— 96·7	+ 69·4
29·98	17·0	104	48387	— 9·15	— 88·4	+ 65·3
15 36 33·43	+ 52 44 13·3	104	48845	— 9·08	— 82·4	+ 69·7
35·08	50·4	104	49127	— 5·81	— 52·8	+ 68·3
34·73	45 3·6	104	49253	— 5·43	— 49·3	+ 64·3
42·38	21·7	104	49340	+ 2·72	(+ 24·7)	+ 70·4
35·03	28·8	104	49410	— 4·23	— 38·4	+ 67·9
14 39 14·01	+ 64 1 31·2	104	61351	— 7·17	— 47·1	+ 112·5
12·10	36·2	104	61599	— 6·02	— 39·5	+ 94·7
8·19	52·2	104	61790	— 7·55	— 49·6	+ 93·2
17·28	2 13·2	104	61884	+ 2·73	(+ 17·9)	+ 105·6
8·36	23·2	104	61973	— 5·07	— 33·3	+ 107·3
3·44	45·2	104	62194	— 7·24	— 47·6	+ 109·1
4·53	49·2	104	62277	— 5·11	— 33·6	+ 105·5
8·61	3 8·2	104	62469	+ 1·37	(+ 9·0)	+ 106·8
36 1·00	23 18·1		76458	— 16·89	— 109·5	+ 43·2
13 17 40·00	+ 70 38 8·1		70264	— 21·89	— 108·9	— 18·5
12 42 39·60	+ 71 59 36·1		67564	— 24·03	— 111·4	— 62·8
12 4 7·98	+ 72 53 18·1		64618	— 27·41	— 121·0	— 58·3
10 44 36·14	+ 73 9 24·1		58551	— 27·42	— 119·2	— 66·1
10 8 4·20	+ 72 42 19·1		55742	— 27·41	— 122·8	(+ 299·0)
9 35 47·32	+ 71 48 13·1		53226	— 24·96	— 117·4	(+ 318·0)
9 8 9·16	+ 70 37 27·1		51031	— 21·85	— 109·1	(+ 274·6)

7. Königsberg. [Königsberger
Beobachter:
Instrument:

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	☿ − ✳ α	☿ − ✳ δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824 Jänner 16. . . .	6h 50m 27s3				− 0s00	+ 16"7
Jänner 23. . . .	5 8 39·3				− 0·00	+ 16·0
Februar 5. . . .	9 48 29·5				− 0·00	− 2·9

8. Mannheim. [A. N., II,
Beobachter:

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	α	δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824 Jänner 3. . . .	18h 12m 29s5	+ 0m 44s30	− 6' 47"7	2	− 0s46	+ 7"4
Jänner 4. . . .	16 37 5·5	− 1 34·07	+ 6 57·7	5	− 0·55	+ 8·1
Jänner 5. . . .	16 43 22·5	− 5 15·61	+ 6 13·0	4	− 0·56	+ 8·0
		− 7 29·29	+ 7 42·6	4		
Jänner 6. . . .	16 2 26·5	+ 7 24·75		1	− 0·61	
		+ 3 43·25		1		
Jänner 9. . . .	17 57 59·5	− 8 54·59	+ 7 29·5	3	− 0·47	+ 6·2
Jänner 12. . . .	17 1 52·5	− 4 27·53	− 24 33·2	3	− 0·63	+ 5·9
		− 5 45·37	− 25 37·3	3		
Jänner 31. . . .	13 16 48·5	+ 50 14·23	− 20 43·0	2	+ 0·06	− 6·4
		+ 41 46·23	− 24 41·3	2		
Februar 2. . . .	6 11 25·5	− 3 47·99	+ 16 24·5	3	− 2·05	+ 3·1
Februar 18. . . .	6 44 18·5	− 15 41·59	+ 1 57·4	2	− 0·27	+ 3·7
Februar 22. . . .	9 47 24·5	+ 5 23·69	− 7 58·2	1	+ 0·24	+ 0·9
		+ 3 39·69	− 27 16·2	1		
Februar 24. . . .	10 38 23·5	− 0 12·16	− 19 0·5	5	+ 0·33	+ 1·6
Februar 27. . . .	10 24 32·5	− 2 20·00	− 4 44·7	5	+ 0·30	+ 1·7
März 4. . . .	10 36 49·5	− 5 25·40	+ 23 24·9	4	+ 0·29	+ 3·6

9. Marseille. [Connaissance
Beobachter:

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	α	δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824 Jänner 5. . . .	17h 33m 52s7	− 5m 21s60		2	− 0s56	
	17 34 10·6	− 6 28·27		3	− 0·56	
	17 34 26·5	− 7 35·28		2	− 0·56	
	17 35 16·5		+ 10' 24"1	1		+ 6"3
			+ 12 0·8	1		
	17 45 30·8	− 7 36·43		3	− 0·55	
	17 45 42·8	− 5 22·90		2	− 0·55	
	17 45 43·8	− 6 29·15		2	− 0·55	
	17 46 34·6		+ 11 16·9	1		+ 6·2
			+ 12 44·7	1		
	18 0 45·3	− 6 29·83		3	− 0·52	
	18 1 20·3	− 7 36·50		1	− 0·52	

Meridianbeob., Bd. X, p. 4, 6, 8.]

Bessel.

Meridiankreis.

α app.	δ app.	*	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit in Tagesbruchteilen	Beobachtung — Rechnung		
				Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
16h 1m 5s37	+ 44° 0' 36"0		0·28153	— 8s83	— 95"3	+ 146"5
14 46 36·60	+ 62 59 59·0		21154	— 19·62	— 130·6	+ 155·4
8 10 17·92	+ 66 19 49·3		40510	— 11·41	— 68·6	— 37·1

p. 455, 469 und A. N., III, p. 411.]

Nicolai.

α app.	δ app.	*	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit in Tagesbruchteilen	Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
16h 44m 4s72	+ 18° 16' 1"3	150	0·75459	— 2s84	— 40"4	+ 53"0
16 42 5·36	+ 19 43 56·4	151	68844	— 3·03	— 42·8	+ 54·7
16 39 50·38	+ 21 22 26·7	153	69291	— 3·25	— 45·4	+ 53·9
50·90	26·6	157		— 2·73	— 38·1	+ 53·8
16 37 29·80		141	66458	— 6·08	(— 84·0)	
32·92		144		— 2·96	— 40·9	
16 29 10·12	+ 28 48 24·8	147	74510	— 3·64	— 47·8	+ 72·1
16 18 50·58	+ 35 10 38·4	135	70638	— 3·03	— 37·2	+ 78·6
50·48	40·7	136		— 3·13	— 38·4	+ 80·9
10 8 25·65	+ 72 37 45·9	81	55021	— 21·27	— 95·3	+ 5·5
26·32	45·7	86		— 20·60	— 92·3	+ 5·3
9 15 4·30	+ 70 52 4·0	82	25468	— 16·11	— 79·1	— 10·0
6 49 30·30	+ 49 48 3·1	48	27547	— 3·60	— 34·9	— 23·0
6 42 26·11	+ 46 14 22·7	12	40200	— 3·49	— 36·2	— 18·1
26·29	23·1	18		— 3·31	— 34·3	— 17·7
6 40 8·07	+ 44 43 33·2	21	43708	— 2·88	— 30·7	— 11·2
6 37 45·21	+ 42 44 16·6	20	42697	— 2·54	— 28·0	— 26·0
6 35 31·90	+ 39 27 37·9	23	43449	— 2·69	— 31·2	— 11·6

des temps 1827, 1828.]

Gambart.

α app.	δ app.	*	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit in Tagesbruchteilen	Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
16h 39m 44s39		153	0·73000	— 4s13	— 57"7	
44·04		155	73020	— 4·45	— 62·1	
44·91		157	73039	— 3·56	— 49·7	
	+ 21° 26' 37"8	153	73197			+ 38"4
	44·8	157				+ 45·4
43·76		157	73606	— 3·91	— 54·6	
43·09		153	73620	— 4·57	— 63·8	
43·16		155	73621	— 4·50	— 62·8	
	27 30·6	153	73680			+ 76·9
	28·7	157				+ 75·0
42·48		155	74664	— 3·69	— 51·5	
43·69		157	74705	— 2·43	— 33·9	

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	☿ − * α	☿ − * δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824 Jänner 5. . . .	18h 1m 57s1		+ 0' 47"5	1		+ 6"0
			+ 13 50·7	1		
	18 11 23·6	− 7m 39s10		3	− 0s50	
	18 11 40·6	− 6 32·50		2	− 0·50	
	18 12 25·4		+ 14 37·0	1		+ 5·9
Jänner 6. . . .	16 41 8·0	+ 4 1·07		3	− 0·66	
		− 8 21·50		3		
	16 42 17·8		− 1 42·6	1		+ 7·0
			+ 4 4·7	1		
	16 58 28·1	+ 3 58·17		3	− 0·63	
		− 8 23·73		3		
	16 59 43·9		− 0 23·4	1		+ 6·7
			+ 5 29·7	1		
	17 15 39·3	+ 3 56·77		3	− 0·61	
	17 15 56·3	− 8 25·00		2		
	17 16 57·1		+ 0 39·6	1		+ 6·5
			+ 6 26·8	1		
Jänner 8. . . .	16 12 4·6	− 30 31·80		3	− 0·69	
	16 48 15·7	− 30 35·36		3	− 0·68	
	16 49 17·5		+ 4 14·9	1		+ 6·4
	17 25 2·3	− 30 39·33		3	− 0·61	
	17 26 21·1		+ 7 18·1	1		+ 6·0
	18 5 16·7	+ 2 27·80		3	− 0·54	
	18 6 24·5		− 2 29·4	1		+ 5·4
	18 10 26·8	+ 2 26·87		3	− 0·52	
	18 11 35·6		− 1 57·2	1		+ 5·1
	18 18 37·5	+ 2 26·40		3	− 0·50	
	18 19 37·3		− 1 25·0	1		+ 5·0
Jänner 11. . . .	17 18 40·0	+ 1 21·00		3	− 0·67	
	17 19 56·8		− 8 3·4	1		+ 4·8
	17 48 19·1	+ 1 15·74		3	− 0·61	
	17 53 25·3	+ 1 15·44		3	− 0·59	
	17 54 31·1		− 4 53·0	1		+ 4·2
	17 59 12·3	+ 1 15·50		3	− 0·57	
	18 0 25·1		− 4 17·8	1		+ 4·0
	18 5 14·4	+ 3 13·87		3	− 0·54	
	18 6 28·5		− 3 48·6	1		+ 3·9
Jänner 12. . . .	17 17 29·6	− 5 49·00		3	− 0·82	
		− 7 36·97		3		
	17 18 31·5		− 14 36·1	1		+ 4·3
	17 31 24·2	− 5 51·50		3	− 0·82	
		− 7 39·40		3		
	17 32 29·2		− 13 15·6	1		+ 4·1

α app.	δ app.	*	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit in Tagesbruchteilen	Beobachtung — Rechnung		
				Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
	+ 21° 28' 37"7	155	0·74948			+ 67"4
	34·7	157				+ 64·4
16^h 39^m 41^s09		157	75403	— 4^s04	— 56"4	
39·81		155	75423	— 5·29	— 73·9	
	29 21·0	157	75475			+ 78·9
16 37 30·06		143	69145	— 1·93	— 26·6	
29·05		154		— 2·94	— 40·6	
	+ 23 4 58·3	143	69226			+ 60·5
	59·8	154				+ 62·0
27·16		143	70349	— 3·05	— 42·1	
26·82		154		— 3·39	— 46·8	
	6 17·5	143	70437			+ 63·4
	24·8	154				+ 70·7
25·76		143	71542	— 2·68	— 37·0	
25·55		154	71562	— 2·86	— 39·5	
	7 20·5	143	71633			+ 50·8
	21·9	154				+ 52·2
16 32 18·17		171	67146	— 3·90	— 52·3	
14·61		171	69659	— 3·23	— 43·3	
	+ 26 45 1·3	171	69731			+ 66·4
10·64		171	72213	— 2·82	— 37·8	
	48 4·5	171	72304			+ 71·8
5·70		140	75008	— 2·98	— 39·9	
	51 12·3	140	75086			+ 66·9
4·77		140	75366	— 3·28	— 43·9	
	44·5	140	75446			+ 73·8
4·30		140	75934	— 2·78	— 37·2	
	52 16·7	140	76004			+ 67·5
16 22 37·18		133	71797	— 1·60	— 20·1	
	+ 32 57 26·6	133	71886			+ 73·7
31·92		133	73856	— 3·71	— 46·7	
31·62		133	74210	— 3·21	— 40·4	
	+ 33 0 37·0	133	74286			+ 73·5
31·68		133	74612	— 2·24	— 29·5	
	1 12·2	133	74696			+ 76·0
30·05		133	75031	— 2·93	— 36·9	
	41·4	133	75117			+ 71·7
16 18 46·85		136	71723	— 4·34	— 53·2	
46·77		137		— 4·42	— 54·2	
	+ 35 12 30·8	137	71794			+ 95·3
44·35		136	72690	— 4·52	— 55·4	
44·34		137		— 4·53	— 55·6	
	+ 35 13 51·3	137	72903			+ 84·0

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	☄ − * α	☄ − * δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824 Jänner 13. . . .	$16^h\ 41^m\ 38^s0$	$-\ 4^m\ 28^s03$		3	$-\ 0^s80$	
	16 42 48·8		$-\ 18'\ 0''9$	1		$+\ 4''5$
	16 52 15·2	− 4 30·41		3	− 0·77	
	16 53 32·0		− 16 58·2	1		+ 4·2
	17 2 31·5	− 4 31·97		3	− 0·74	
	17 3 55·3		− 15 58·1	1		+ 3·9
	17 15 24·4	− 4 35·11		3	− 0·71	
	17 16 38·2		− 14 43·1	1		+ 3·7
Jänner 14. . . .	17 19 29·2	− 4 4·93		3	− 0·71	
	17 20 46·9		− 7 44·5	1		+ 3·0
	17 28 24·7	− 4 6·73		3	− 0·68	
	17 29 35·5		− 6 59·9	1		+ 2·8
	17 37 14·2	− 4 8·33		3	− 0·65	
	17 38 29·0		− 5 51·6	1		+ 2·6
	17 46 0·8	− 4 10·41		3	− 0·62	
	17 47 7·6		− 5 9·9	1		+ 2·4
Jänner 17. . . .	17 39 34·2	− 5 55·51		3	− 0·64	
	17 40 49·0		+ 9 54·8	1		− 0·1
	18 0 21·8	+ 6 55·33		3	− 0·54	
	18 0 35·8		− 4 45·7	1		− 0·5
Jänner 18. . . .	15 46 4·3	− 9 56·27		3	− 1·11	
	15 47 33·0		+ 2 33·9	1		+ 2·2
	16 8 37·6	− 10 3·50		3	− 1·03	
	16 9 59·4		+ 5 6·2	1		+ 1·4
	16 23 43·1	− 10 9·17		3	− 0·97	
	16 25 16·9		+ 6 59·0	1		+ 0·9
	16 40 15·4	− 10 14·40		3	− 0·91	
			+ 8 53·3	1		+ 0·4
Jänner 19. . . .	15 58 28·6	− 3 6·84		3	− 1·10	
	15 59 46·4		+ 19 9·5	1		+ 0·6
	16 8 44·0	− 3 12·80		3	− 1·05	
	16 9 54·8		+ 20 27·7	1		+ 0·3
	16 22 47·7	− 3 17·63		3	− 1·00	
	16 24 2·5		+ 22 11·1	1		+ 0·2
Jänner 24. . . .	11 15 6·5	− 8 58·83		3	− 2·14	
	11 16 55·2		− 2 38·8	1		− 6·6
	11 36 28·0	− 9 16·17		3	− 2·15	
	11 38 32·6		− 0 27·9	1		− 1·5
	11 52 25·3	− 9 30·33		3	− 2·16	
	11 54 24·0		+ 0 52·7	1		+ 4·6
Jänner 25. . . .	9 2 57·6	− 18 18·23		3	− 1·52	
	9 4 51·3		− 25 29·6	1		+ 11·3
	9 29 29·3	− 18 46·39		3	− 2·07	
	9 32 11·8		− 23 1·6	1		+ 10·1

α app.	δ app.	*	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit in Tagesbruchteilen	Beobachtung — Rechnung		
				Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
16ʰ 14ᵐ 40ˢ12		132	0·69240	— 3ˢ45	— 41″1	
	+ 37° 29′ 41″5	132	69332			+ 95″3
37·74		132	69977	— 3·83	— 45·6	
	30 44·2	132	70066			+ 94·5
36·18		132	70691	— 3·44	— 41·0	
	31 44·3	132	70788			+ 92·0
33·04		132	71585	— 4·16	— 49·5	
	32 59·3	132	71671			+ 90·7
16 9 48·33		129	71876	— 4·13	— 47·5	
	+ 40 0 3·1	129	71966			+ 95·7
46·53		129	72496	— 4·04	— 46·4	
	47·7	129	72577			+ 85·3
44·93		129	73108	— 3·77	— 43·3	
	1 56·0	129	73195			+ 98·0
42·85		129	73718	— 3·97	— 45·6	
	2 37·7	129	73795			+ 85·7
15 51 25·52		123	73287	— 5·10	— 51·3	
	+ 47 53 15·8	123	73374			+ 89·6
20·09		120	74731	— 4·46	— 44·8	
	55 27·4	120	74747			+ 86·0
15 44 8·58		122	65409	— 5·61	— 53·6	
	+ 50 25 22·7	122	65512			+ 90·9
1·35		122	67076	— 4·29	— 41·0	
	27 55·0	122	67070			+ 85·0
43 55·68		122	68024	— 5·07	— 48·4	
	29 47·8	122	68132			+ 93·0
50·45		122	69172	— 4·39	— 41·9	
	31 42·1	122	69258			+ 94·3
15 34 56·90		119	66275	— 3·74	— 33·6	
	+ 53 13 58·8	119	66365			+ 76·9
15 34 50·94		119	66987	— 5·42	— 48·7	
	15 17·0	119	67069			+ 83·8
15 34 46·11		119	67964	— 4·40	— 39·5	
	17 0·4	119	68050			+ 87·8
14 20 55·14		110	46601	— 16·39	— 99·7	
	+ 66 6 51·2	110	46726			+ 77·5
37·80		110	48084	— 13·24	— 80·4	
	9 2·1	110	48228			+ 85·7
23·64		110	49192	— 12·02	— 72·9	
	10 22·7	110	49329			+ 78·7
13 58 9·35		109	37423	— 16·85	— 94·2	
	+ 68 9 22·5	109	37554			+ 93·1
13 57 41·19		109	39265	— 15·53	— 86·6	
	11 50·5	109	39453			+ 95·2

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	☿ — * α	☿ — * δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824 Jänner 26. . . .	8ʰ 2ᵐ 41ˢ0	— 38ᵐ 54ˢ71		3	— 1ˢ89	
	8 5 41·5		— 13' 19"9	1		+ 12"1
	8 53 23·6	— 40 2·04		3	— 2·16	
	8 56 18·2		— 9 28·4	1		+ 9·7
	9 42 40·7	— 41 7·54		3	— 2·44	
	9 45 35·2		— 5 53·6	1		+ 7·4
Jänner 30. . . .	8 31 14·0	— 1 28·00		3	— 2·76	
		— 2 21·83		3		
		— 2 52·33		3		
	8 36 31·1		+ 10 52·0	1		+ 1·4
			+ 20 32·1	1		
			+ 15 33·3	1		
	8 43 13·0	— 1 46·98		3	— 2·73	
		— 2 41·00		3		
		— 3 12·33		3		
	8 48 39·1		+ 10 34·4	1		+ 0·8
			+ 20 26·2	1		
			+ 15 18·6	1		
	8 55 30·0	— 2 8·73		3	— 2·70	
		— 3 2·00		3		
		— 3 32·89		3		
	9 1 17·1		+ 10 21·2	1		+ 0·2
			+ 20 23·3	1		
			+ 15 23·0	1		
Jänner 31. . . .	8 37 37·5	+ 5 9·83		3	— 3·14	
	8 40 58·9		+ 22 54·2	1		— 0·7
	8 51 7·2	+ 4 47·83		3	— 2·45	
	8 54 16·7		+ 22 30·7	1		— 1·4
Februar 1. . . .	8 22 11·4	— 21 50·02		3	— 2·22	
	8 25 16·9		— 1 35·3	1		— 1·5
	8 53 58·2	— 22 31·35		3	— 2·03	
			— 2 51·4	1		— 2·9
Februar 4. . . .	7 18 59·1	— 17 49·19		3	— 1·63	
	7 21 21·7		— 17 44·2	1		— 1·3
	7 44 15·0	— 18 11·02		3	— 1·49	
	7 46 47·6		— 19 32·0	1		— 2·4
Februar 6. . . .	17 25 11·5	— 8 1·83		3	+ 1·49	
	17 28 41·9		+ 2 44·1	1		+ 6·4
	17 39 52·0	— 8 9·50		3	+ 1·46	
	17 42 34·6		+ 1 42·6	1		+ 6·9
	17 55 4·5	— 8 15·83		3	+ 1·43	
	17 57 12·2		+ 0 48·4	1		+ 7·5

α app.	δ app.	*	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit in Tagesbruchteilen	Beobachtung — Rechnung		
				Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
13h 29m 53s72		108	0·33234	— 18s24	— 93"5	
	+ 70° 1' 49"0	108	33443			+ 82"4
28 46·39		108	36755	— 18·36	— 93·8	
	5 40·5	108	36957			+ 87·1
27 40·89		108	40178	— 18·18	— 92·6	
	9 15·3	108	40380			+ 82·7
10 54 0·90		89	35196	— 22·88	— 98·9	
0·48		90		— 23·30	— 100·1	
1·08		91		— 22·70	— 98·1	
	+ 73 14 55·8	89	35563			+ 23·5
	42·7	90				+ 10·4
	54·0	91				+ 21·7
53 41·92		89	36029	— 21·77	— 94·2	
41·31		90		— 22·38	— 96·8	
41·08		91		— 22·61	— 97·8	
	14 38·2	89	36406			+ 12·9
	36·8	90				+ 11·5
	39·3	91				+ 14·0
53 20·17		89	36882	— 22·98	— 99·4	
20·31		90		— 22·84	— 98·8	
20·52		91		— 22·63	— 97·9	
	14 25·0	89	37283			+ 7·1
	33·9	90				+ 16·0
	43·7	91				+ 25·8
10 15 27·40		88	35633	— 21·49	— 95·5	
	+ 72 45 43·2	88	35866			— 12·7
5·40		88	36570	— 22·31	— 99·2	
	19·7	88	36790			— 13·8
9 41 44·39		87	34553	— 19·73	— 91·9	
	+ 71 54 12·5	87	34768			— 17·7
3·06		87	36760	— 19·00	— 88·6	
	52 56·4	87	36972			— 13·6
8 28 48·87		79	30137	— 11·67	— 65·5	
	+ 68 0 30·1	79	30302			— 18·1
27·04		79	31892	— 13·86	— 77·9	
	+ 67 58 42·3	79	32068			— 31·9
8 52 38·10		69	72214	— 10·00	— 65·1	
	+ 64 17 52·7	69	72457			— 33·3
30·43		69	73233	— 10·43	— 67·9	
	16 51·2	69	73421			— 41·1
24·10		69	74289	— 9·28	— 60·5	
	15 57·0	69	74437			— 38·6

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	♅ − ✱ α	♅ − ✱ δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
Februar 9. . . .	17ʰ 18ᵐ 55ˢ8	− 0ᵐ 2ˢ50		3	+ 1ˢ08	
	17 20 23·6		− 4′ 31″1	1		+ 7″2
	17 29 20·1	− 0 4·67		3	+ 1·06	
	17 31 6·8		− 5 15·0	1		+ 7·5
	17 38 37·6	− 0 8·83		3	+ 1·03	
	17 40 35·3		− 5 57·5	1		+ 7·8
	17 48 18·0	− 0 10·83		3	+ 1·01	
	17 50 48·6		− 6 54·6	1		+ 8·1
Februar 11. . . .	17 27 48·2	− 9 54·17		3	+ 0·91	
	17 29 11·0		− 5 32·6	1		+ 8·1
	17 43 32·7	− 9 58·23		3	+ 0·87	
	17 45 8·4		− 6 38·5	1		+ 8·5
Februar 28. . . .	10 40 18·7	− 1 13·33		3	+ 0·31	
	10 47 22·6	− 1 16·00		2	+ 0·33	
	10 52 36·7	− 1 12·67		3	+ 0·35	
	11 12 21·5		+ 7 48·8	1		+ 1·5
Februar 29. . . .	12 23 44·2		− 27 54·3	1		+ 2·5
	12 28 43·4		− 27 33·8	1		+ 2·6
	12 31 42·9		− 27 14·7	1		+ 2·6
	12 59 18·4	+ 0 39·50		2	+ 0·42	
	13 2 17·9	+ 0 37·51		2	+ 0·43	
	13 6 8·3	+ 0 37·00		2	+ 0·44	
	13 8 17·9	+ 0 38·00		2	+ 0·45	
	13 11 8·4	+ 0 38·25		2	+ 0·46	
	13 35 32·4		− 29 25·2	1		+ 3·5
	13 38 31·9		− 29 57·4	1		+ 3·6
	13 43 31·1		− 30 23·8	1		+ 3·7
	13 47 30·5		− 29 42·7	1		+ 3·8
März 6. . . .	11 35 19·9		− 7 47·3	1		+ 2·1
	11 44 18·4		− 7 54·7	1		+ 2·3
	11 54 16·8		− 7 51·7	1		+ 2·5
	12 17 2·0	− 5 51·50		2	+ 0·38	
	12 25 29·6	− 5 48·00		2	+ 0·38	
	12 34 15·1	− 5 50·00		2	+ 0·38	
	12 43 18·7	− 5 49·75		2	+ 0·39	
	12 52 15·2	− 5 49·50		2	+ 0·39	
	13 1 18·7	− 5 49·00		2	+ 0·39	
	13 17 3·1		− 9 38·7	1		+ 3·3
	13 28 1·4		− 9 56·3	1		+ 3·5

α app.	δ app.	⚹	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit in Tagesbruchteilen	Beobachtung — Rechnung		
				Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
7h 24m 49s24		55	0·71743	+ 1s62	+ 12"2	
	+ 59° 52' 24"1	55	71845			— 7"9
47·07		55	72466	+ 2·85	+ 21·4	
	51 40·2	55	72589			— 13·6
42·91		55	73111	+ 1·70	+ 12·8	
	50 57·7	55	73247			— 22·3
40·91		55	73783	+ 2·83	+ 21·3	
	50 0·6	55	73957			— 43·0
7 12 22·48		53	72334	— 6·92	— 56·3	
	+ 57 8 31·1	53	72430			— 32·3
18·42		53	73427	— 7·53	— 61·3	
	7 25·2	53	73538			— 45·8
6 37 8·03		16	43776	— 4·58	— 51·0	
5·36		16	44267	— 7·07	— 78·7	
8·69		16	44630	— 3·60	— 40·1	
	+ 42 6 33·3	16	46002			— 36·0
	+ 41 30 50·3	16	51010			+ 10·5
	31 10·8	16	51357			+ 38·1
	29·9	16	51565			(+ 61·4)
6 36 39·77		9	53481	— 1·06	— 11·9	
37·78		9	53688	— 2·99	— 33·6	
37·27		9	53955	— 3·42	— 38·4	
38·27		9	54105	— 2·37	— 26·6	
38·52		9	54302	— 2·06	— 24·3	
	+ 41 29 19·4	16	55997			+ 22·1
	28 47·2	16	56205			— 5·8
	28 20·8	16	56551			— 24·9
	29 1·9	16	56828			+ 21·7
	+ 38 31 6·3	24	47477			— 17·2
	30 58·9	24	48101			— 14·5
	31 1·9	24	48794			— 0·1
6 35 19·51		24	50374	— 3·88	— 45·5	
23·01		24	50961	— 0·38	— 4·5	
21·01		24	51570	— 2·37	— 27·8	
21·26		24	52199	— 2·10	— 24·6	
21·51		24	52820	— 1·84	— 21·6	
22·01		24	53449	— 1·33	— 15·6	
	+ 38 29 14·9	24	54542			— 14·9
	28 57·3	24	55304			— 20·2

10. München-Bogenhausen. [A. N., III,
Beobachter:
Instrument:

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	☄ − ✳ α	☄ − ✳ δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824 Jänner 26. . . .	16ʰ 10ᵐ 45ˢ7				− 0ˢ00	− 6″8
Jänner 27. . . .	15 32 2·8				− 0·00	− 7·1
Jänner 31. . . .	12 42 7·5				− 0·00	− 6·8
Februar 20. . . .	8 0 7·7				− 0·00	− 0·0
Februar 24. . . .	7 39 16·0				− 0·00	+ 0·4
Februar 26. . . .	7 29 40·3				− 0·00	+ 0·6

11. Nicolajew.
Beobachter:
Instrument:

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	☄ − ✳ α	☄ − ✳ δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824 Jänner 15. . . .	12ʰ 48ᵐ 52ˢ2	− 0ᵐ 27ˢ22	− 46′ 54″5	1	− 1ˢ01	+ 8″0
	12 50 33·2	− 0 30·49	− 46 20·4	2	− 1·01	+ 7·9
	12 55 2·2	− 0 27·11	− 46 2·2	2	− 1·01	+ 7·8
	12 58 40·2	− 0 28·71	− 45 29·6	2	− 1·00	+ 7·7
	13 2 16·2	− 0 27·40	− 45 2·5	2	− 1·00	+ 7·6
Jänner 17. . . .	14 2 31·2	− 0 29·32	− 8 41·6	2	− 1·00	+ 4·0
	14 12 40·2	− 0 33·26	− 7 18·2	2	− 0·95	+ 3·7
	14 29 19·2	− 0 36·31	− 5 49·2	1	− 0·86	+ 3·2
	14 43 55·2	− 0 44·88	− 4 5·7	2	− 0·83	+ 2·7
	15 45 12·2	− 1 1·67	+ 2 48·7	2	− 0·70	+ 1·5
	15 51 26·2	− 1 1·80		2	− 0·66	
Jänner 19. . . .	16 1 38·2	− 3 9·74	+ 19 4·2	2/1	− 0·52	− 1·2
	16 16 24·2	− 3 18·71	+ 21 6·3	2	− 0·44	− 1·5
Jänner 26. . . .	13 9 59·2	− 0 7·33	− 37 59·1	2	− 1·05	− 5·9
	13 18 21·2	− 0 23·39	− 37 30·9	2	− 0·97	− 6·1
Jänner 27. . . .	5 18 4·2	+ 6 55·61	− 6 17·2	2	− 1·69	+ 12·5
Jänner 28. . . .	7 1 38·2	− 0 2·09		2	− 2·59	
	8 29 22·2	− 2 33·39		2	− 2·45	
	9 34 25·2	− 4 16·53		1	− 2·32	
Februar 7. . . .	8 38 19·2	− 1 7·17	− 14 21·7	2	+ 0·05	− 3·6
		− 1 20·71	− 14 57·1	2		
	9 10 58·2	− 1 27·23		2	+ 0·33	
		− 1 34·56		2		
	9 20 28·2	− 1 32·01	− 16 2·1	2	+ 0·41	− 3·2
		− 1 39·28	− 16 16·3	2		
	10 8 46·2	− 1 51·09		2	+ 0·54	

p. 31, und Münchener Beob., III, p. XV.]
Soldner.
Reichenbach'scher Meridian.

α app.	δ app.	*	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit in Tagesbruchteilen	Beobachtung — Rechnung		
				Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
13h 18m 47s65	+ 70° 36' 18"5		0·65740	— 17s50	— 87"2	+ 55"6
12 43 54·90	+ 71 59 12·4		64436	— 20·10	— 93·3	+ 45·7
10 9 17·94	+ 72 38 40·3		52613	— 22·15	— 99·1	— 6·3
6 45 22·94	+ 47 56 17·0		32781	— 12·03	(— 120·9)	— 33·2
6 40 14·02	+ 44 48 18·5		31269	— 4·70	— 50·0	— 46·9
6 38 29·88	+ 43 27 0·8		30570	— 4·53	— 49·3	— 28·5

[A. N., V, p. 101.
Knorre.
Fraunhofer'sches Kreismikrometer.

α app.	δ app.	*	Beobachtungszeit	Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
16h 5m 30s89	+ 42° 2' 35"6	126	0·53089	— 5s51	— 61"4	+ 75"3
27·62	3 9·7	126	53206	— 8·39	(— 93·5)	+ 98·5
31·00	27·9	126	53399	— 4·36	— 48·6	+ 98·7
29·40	4 0·5	126	53770	— 4·72	— 52·6	+ 97·1
30·71	27·6	126	54020	— 2·57	(— 28·6)	+ 101·8
15 52 32·07	+ 47 28 26·6	121	58214	— 5·56	— 56·4	+ 90·6
28·13	29 50·0	121	58919	— 6·39	— 64·8	+ 104·8
25·08	31 19·0	121	60075	— 4·31	— 43·7	+ 80·0
16·51	33 2·5	121	61089	— 8·44	— 85·5	+ 83·8
51 59·72	39 56·9	121	65345	— 6·46	— 65·4	+ 80·0
59·59		121	65778	— 4·66	— 47·1	
15 34 54·00	+ 53 13 53·5	119	66008	— 7·63	— 68·5	(+ 105·9)
45·03	15 55·6	119	67520	— 7·55	— 67·8	+ 75·2
13 23 2·26	+ 70 23 56·8	100	54574	— 11·48	— 57·8	+ 83·9
22 46·20	24 25·0	100	55155	— 15·72	— 79·1	+ 77·8
12 59 49·00	+ 71 26 7·4	96	21799	— 15·04	— 71·9	+ 79·3
12 18 44·57		94	28986	— 19·75	— 88·4	
16 13·27		94	35078	— 24·05	— 107·5	
14 30·13		94	39596	— 17·81	— 79·5	
7 45 37·69	+ 63 19 17·1	62	35614	— 4·12	(— 27·8)	(— 93·0)
31·06	18 49·7	63		— 10·75	— 72·3	(— 120·4)
17·63		62	37951	— 9·00	— 60·6	
17·21		63		— 9·42	— 63·4	
12·85	17 37·7	62	38541	— 9·96	— 67·2	— 33·5
12·49	30·5	63		— 10·32	— 69·6	— 39·7
44 53·77		62	41895	— 7·67	— 51·8	

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	☿ − ✶ α	☿ − ✶ δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824 Februar 24. . . .	7h 15m 26s2	− 0m 4s41	− 13′ 11″8	2	+ 0s21	+ 0″7
	7 21 46·2	− 0 5·73		2	+ 0·24	
	7 40 28·2	− 0 5·30	− 13 54·6	2	+ 0·27	+ 0·8
	7 47 36·2	− 0 4·88		2	+ 0·31	
	7 53 48·2	− 2 19·96	+ 41 6·4	2	+ 0·34	+ 1·0
	7 58 38·2	− 2 23·00	+ 40 58·8	2	+ 0·36	+ 1·4
	8 23 15·2	− 2 25·27	+ 39 57·5	1	+ 0·41	+ 1·7
	8 30 12·2	− 2 23·85	+ 40 2·0	2	+ 0·44	+ 1·9
	8 45 3·2	− 0 7·63	− 15 55·7	2	+ 0·45	+ 2·0
	9 3 25·2	− 0 8·22	− 15 46·7	2	+ 0·55	+ 2·3
	9 52 12·2	− 2 24·93	+ 37 28·7	2/1	+ 0·66	+ 3·0
Februar 25. . . .	8 13 30·2	− 3 18·04		2	+ 0·25	
	8 27 31·2	− 3 19·24	− 1 39·1	2	+ 0·28	+ 2·5
	8 51 16·2	− 3 18·44		2	+ 0·31	
	9 7 6·2	− 3 18·60	− 2 17·1	2/1	+ 0·34	+ 2·1
	9 38 30·2	− 3 24·12	− 3 45·1	2	+ 0·39	+ 1·8
Februar 27. . . .	10 10 41·2	− 0 37·73	+ 45 56·1	2	+ 0·41	+ 2·5
	10 19 53·2	− 0 38·75	+ 45 57·2	2	+ 0·41	+ 2·6
	10 39 34·2	− 0 36·82	+ 45 12·5	2	+ 0·42	+ 2·8
	10 47 40·2	− 0 38·05	+ 45 10·8	2	+ 0·43	+ 2·9
	10 57 4·2	− 0 37·01	+ 44 50·9	2	+ 0·44	+ 3·1
	11 1 2·2	− 0 38·05	+ 44 43·7	2	+ 0·45	+ 3·3
Februar 29. . . .	7 27 23·2	− 1 37·72	− 21 21·8	2	+ 0·17	+ 0·9
	7 35 12·2	− 1 37·01		2	+ 0·18	
	7 46 9·2	− 1 38·43	− 21 49·8	2	+ 0·20	+ 1·0
	7 58 2·2	− 1 38·48	− 22 10·6	2	+ 0·22	+ 1·0
	8 5 14·2	− 1 38·45		2	+ 0·23	
	8 11 9·2	− 1 38·60	− 22 22·3	2	+ 0·25	+ 1·2
März 1. . . .	8 13 35·2	− 0 7·06	+ 7 47·7	2/1	+ 0·25	+ 1·8
	8 22 29·2	+ 0 21·91	− 26 19·4	2	+ 0·26	+ 1·4
März 2. . . .	8 32 41·2	+ 3 57·61	− 17 3·1	2	+ 0·27	+ 5·9
		− 0 27·56	− 23 51·0	2		
März 4. . . .	7 54 6·2	− 5 27·33	+ 26 20·3	2	+ 0·22	+ 1·3
	8 6 5·2	− 5 24·71	+ 26 21·1	2	+ 0·23	+ 1·4
	8 22 31·2	− 5 24·34	+ 26 13·1	2	+ 0·25	+ 1·6
	8 38 0·2	− 5 23·81	+ 25 45·8	2	+ 0·27	+ 1·7
	8 52 6·2	− 5 24·31	+ 25 35·6	2	+ 0·29	+ 1·8
März 6. . . .	8 29 54·2	+ 4 51·55		2	+ 0·25	
	8 40 1·2	+ 4 51·67	− 28 54·6	2	+ 0·27	+ 1·8
		− 0 1·71	− 8 42·9	2		
		− 6 36·22	− 8 25·2	1		

α app.	δ app.	⁎	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit in Tagesbruchteilen	Beobachtung — Rechnung		
				Δα	Δα cos δ	Δδ
6h 40m 15s82	+ 44° 49' 21"9	21	0·29614	— 3s79	— 40"4	— 24"6
14·50		21	30054	— 4·68	— 50·0	
14·93	48 39·1	21	31353	— 3·44	— 36·7	— 22·7
15·35		21	31848	— 2·69	— 28·7	
15·06	15·9	29	32279	— 2·69	— 28·7	— 21·9
12·02	8·3	29	32614	— 5·51	— 58·8	— 30·1
9·75	47 7·0	29	34324	— 6·71	(— 71·8)	— 37·6
11·17	11·5	29	34806	— 4·97	— 53·1	— 33·8
12·60	46 38·0	21	35838	— 2·91	— 31·1	— 27·4
12·01	47·0	21	37113	— 2·62	— 28·0	(+ 14·6)
10·09	44 38·2	29	40501	— 2·42	— 25·9	— 21·6
6 39 16·97		29	33630	— 4·18	— 45·0	
15·77	+ 44 5 30·5	29	34604	— 4·85	— 51·0	— 18·2
16·57		29	36253	— 3·16	— 34·1	
16·41	4 52·5	29	37354	— 2·72	— 29·3	(+ 10·8)
10·89	3 24·5	29	39533	— 7·06	(— 76·1)	— 24·2
6 37 43·64	+ 42 44 40·5	16	41735	— 4·37	— 48·6	— 22·7
42·62	41·6	16	42374	— 5·14	— 57·2	— 7·1
44·55	43 56·9	16	43741	— 2·71	— 30·2	— 21·3
43·32	55·2	16	44303	— 3·72	— 41·4	— 10·3
44·36	35·3	16	44956	— 2·43	— 26·4	— 15·5
43·32	28·1	16	45232	— 3·34	— 37·2	— 16·3
6 36 43·63	+ 41 37 22·8	16	30431	— 3·57	— 40·1	— 19·8
44·34		16	30974	— 2·71	— 30·4	
42·92	36 54·8	16	31734	— 3·92	— 44·0	— 20·9
42·87	34·0	16	32560	— 3·71	— 41·6	— 24·8
42·90		16	33060	— 4·54	— 50·9	
42·75	22·3	16	33470	— 3·55	— 39·8	— 17·6
6 36 18·67	+ 41 2 24·9	10	33553	— 3·15	— 35·6	(— 43·3)
22·18	42·0	9	34171	+ 0·50	(+ 5·7)	— 14·4
6 35 5·85	+ 40 30 38·3	2	34863	— 4·03	— 46·0	+ 4·6
58·17	46·2	11		— 3·71	— 42·3	+ 12·5
6 35 29·97	+ 39 30 33·3	23	32149	— 5·73	— 66·3	— 34·4
32·59	34·1	23	32981	— 3·03	— 35·1	— 19·1
32·96	26·1	23	34053	— 2·53	— 29·3	— 8·2
33·49	29 58·8	23	35198	— 1·87	— 21·7	— 15·6
32·99	48·6	23	36177	— 2·26	— 26·1	— 8·7
6 35 20·41		1	34601	— 3·47	— 40·7	
20·53	+ 38 34 18·7	1	35303	— 3·31	— 38·8	— 15·8
19·31	10·3	8		— 4·53	— 53·1	— 24·2
18·55	14·3	27		— 5·29	(— 62·2)	— 20·2

Datum		Mittlere Zeit Greenwich	☄ − *		Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
			α	δ			
1824	März 6. . . .	10h 4m 52s2	+ 0m 0s48		2	+ 0s34	
			− 5 49·31		2		
			− 6 33·55		2		
		10 18 20·2	+ 0 2·23		2	+ 0·34	
		10 26 53·2	+ 0 4·96		2	+ 0·35	
		10 32 23·2	+ 0 1·30		2	+ 0·35	
		10 37 25·2	+ 0 0·88		2	+ 0·35	
		10 50 41·2	− 0 0·54	− 10' 56"2	2	+ 0·36	
		11 6 57·2	− 0 0·93	− 10 38·7	2	+ 0·36	
		11 11 37·2	+ 0 1·82	− 10 0·0	2	+ 0·36	
		11 16 29·2	+ 0 0·94	− 11 11·6	2	+ 0·37	
		11 22 1·2	− 0 0·72	− 11 40·4	2	+ 0·37	
	März 17. . . .	7 23 14·2	− 1 5·62	− 41 14·6	2	+ 0·18	+ 1"5
		7 27 37·2	− 1 1·49	− 41 22·7	2	+ 0·18	+ 1·5
	März 18. . . .	6 42 55·2	− 3 24·64	+ 6 51·1	2	+ 0·14	+ 1·3
		6 50 52·2	− 3 24·11	+ 6 45·2	2	+ 0·14	+ 1·4
	März 19. . . .	7 53 23·2	− 2 57·43	− 10 36·3	2	+ 0·20	+ 1·7
		8 6 49·2	− 2 58·87		2	+ 0·20	
		8 22 44·2	− 2 56·71	− 13 33·0	2	+ 0·21	+ 1·9
		8 29 33·2	− 2 57·94	− 12 10·5	2	+ 0·22	+ 2·0
		8 35 46·2	− 2 56·85		2	+ 0·23	
		9 6 27·2	− 3 5·18	− 11 5·2	2	+ 0·24	+ 2·1
		9 16 54·2	− 2 55·41	− 11 57·1	1	+ 0·25	+ 2·3
	März 20. . . .	7 2 0·2	− 2 33·74	− 27 24·2	2	+ 0·16	+ 1·4
		7 11 21·2	− 2 34·13	− 27 19·1	2	+ 0·16	+ 1·4
		7 18 19·2	− 2 32·66	− 26 59·2	2/1	+ 0·17	+ 1·5
	März 21. . . .	6 32 9·2	− 2 6·52	− 43 16·2	2	+ 0·13	+ 1·3
		6 51 0·2	− 2 4·41	− 43 7·4	2	+ 0·14	+ 1·4
		6 55 8·2	− 2 6·07	− 43 17·3	2	+ 0·15	+ 1·5
	März 22. . . .	6 25 12·2	+ 1 21·21	+ 25 23·9	1/2	+ 0·12	+ 1·3
		6 30 32·2	+ 1 20·19	+ 23 32·3	2	+ 0·13	+ 1·3
		6 37 6·2	+ 1 20·54	+ 23 19·1	2	+ 0·13	+ 1·3
		6 46 37·2	+ 1 20·11	+ 23 0·7	2	+ 0·14	+ 1·3
		6 52 8·2	+ 1 21·37	+ 23 2·2	2	+ 0·15	+ 1·4
		6 57 31·2	+ 1 20·66	+ 23 26·0	2/1	+ 0·15	+ 1·4
	März 31. . . .	9 21 37·2	− 0 41·14	− 29 42·4	2	+ 0·21	+ 2·3
		9 30 13·2	− 0 39·37	− 29 16·3	2/1	+ 0·21	+ 2·3

12. Palermo. [Del Reale osservatorio

Instrument:

Datum		Mittlere Zeit Greenwich	α	δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824	Jänner 9. . . .	15h 33m 53s0				− 0s82	+ 6"1
		15 49 47·9				− 0·80	+ 5·7
		17 43 58·2				− 0·55	+ 3·5
	Jänner 10. . . .	17 36 10·5				− 0·58	+ 3·2

α app.	δ app.	✳	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit in Tagesbruchteilen	Beobachtung — Rechnung		
				Δα	Δα cos δ	Δδ
6^{h} 35^{m} $21^{s}50$		8	0·41195	− $2^{s}13$	− 25″0	
21·70		24		− 1·93	− 22·6	
21·22		27		− 2·41	− 28·3	
23·25		8	42131	− 0·36	(− 4·2)	
25·98		8	42724	+ 2·39	(+ 28·0)	
22·32		8	43106	− 1·25	− 14·6	
21·90		8	43456	− 1·66	− 19·5	
21·56	+ 38° 31′ 57″0	8	44377	− 1·97	− 23·1	− 14″4
20·09	32 14·5	8	45507	− 3·42	− 40·1	+ 21·2
22·84	53·2	8	45831	− 0·66	(− 7·8)	(+ 65·0)
21·96	31 41·6	8	46169	− 1·53	− 18·0	− 1·3
20·30	12·8	8	46553	− 3·18	− 37·3	− 24·1
6 37 26·22	+ 34 34 19·5	17	29777	− 2·27	− 28·0	+ 6·2
30·35	11·4	17	30082	+ 1·79	(+ 22·1)	+ 1·4
6 37 48·72	+ 34 16 42·2	25	26960	− 2·15	− 26·6	− 13·9
49·25	36·3	25	27512	− 1·75	− 21·7	− 13·9
6 38 15·92	+ 33 59 14·8	25	31116	− 0·36	− 4·5	− 15·3
14·48		25	32769	− 2·22	− 27·6	
16·64	56 18·1	25	33870	− 0·33	− 4·1	(− 133·2)
15·41	57 40·6	25	34347	− 1·68	− 20·9	− 45·8
16·50		25	34779	− 0·69	− 8·6	
8·17	58 45·9	25	36910	− 9·54	(− 118·7)	+ 45·6
17·94	57 52·0	25	37635	+ 0·06	+ 8·0	+ 1·3
6 38 39·58	+ 33 42 26·9	25	28250	− 1·86	− 23·2	− 19·8
39·19	32·0	25	28899	− 2·42	− 30·2	− 8·3
40·66	51·9	25	29383	− 1·13	− 14·1	+ 16·5
6 39 6·78	+ 33 26 34·9	25	26159	− 1·32	− 16·5	− 20·3
8·89	43·7	25	27468	+ 0·44	(+ 5·5)	+ 1·0
7·23	33·8	25	27755	− 1·29	− 14·1	− 6·1
6 39 36·60	+ 33 13 9·8	15	25658	+ 0·20	(+ 2·6)	(+ 112·8)
35·58	11 18·2	15	26028	− 0·92	− 11·5	+ 4·6
35·93	5·0	15	26485	− 0·70	− 8·8	− 4·3
35·50	10 46·6	15	27145	− 1·31	− 16·5	− 16·6
36·76	48·1	15	27528	− 0·16	− 2·1	− 11·5
36·05	11 11·9	15	27902	− 0·98	− 12·3	+ 15·8
6 44 44·28	+ 31 6 29·5	37	37748	− 0·54	− 6·9	− 11·0
46·05	6 55·6	37	38345	+ 1·00	+ 12·8	+ 19·4

di Palermo libro VII—IX, p. 218.]
Altazimuth von Ramsden.

α app.	δ app.	✳	Beobachtungszeit	Δα	Δα cos δ	Δδ
16^{h} 29^{m} $29^{s}40$	+ 28° 36′ 26″9		0 64503	− $2^{s}94$	− 38″6	+ 76″1
26·84	37 35·4		65607	− 3·48	− 45·8	+ 64·7
12·67	47 9·8		73537	− 2·96	− 38·9	+ 64·8
16 26 2·44	+ 30 49 52·6		73004	− 3·54	− 45·6	+ 68·7

Datum		Mittlere Zeit Greenwich	☿ − ✱ α	☿ − ✱ δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
	Jänner 11. . . .	15^{h} 54^{m} $35^{s}9$				− $0^{s}85$	+ $4''9$
	Jänner 12. . . .	17 25 42·9				− 0·62	+ 2·3
	Jänner 17. . . .	14 59 53·2				− 1·20	+ 2·6
	Jänner 21. . . .	11 23 47·7				− 1·75	+ 8·7
	Jänner 23. . . .	9 7 48·3				− 1·66	+ 12·9
	Jänner 24. . . .	8 52 22·6				− 1·87	+ 3·1
	Jänner 27. . . .	7 35 53·6				− 2·51	+ 10·1
	Februar 5. . . .	10 16 39·2				− 0·22	− 6·7

13. Paris. [Observ. astron.

Instrument: Bis 24. Jänner Tubus mit Fadenmikrometer; vom

Datum		Mittlere Zeit Greenwich	☿ − ✱ α	☿ − ✱ δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1823	Dezember 30. . .	18^{h} 41^{m} $22^{s}7$	− 5^{m} $21^{s}35$		3	− $0^{s}40$	
			− 7 10·98	+ 13′ $19''7$	3/1		+ $7''2$
			− 10 46·51	− 6 39·8	3/1		
1824	Jänner 1. . . .	17 3 53·1	− 12 51·16		3	− 0·52	
		17 37 24·6	+ 4 4·67	− 0 0·0	3/1	− 0·49	+ 7·7
		17 45 14·8	− 18 30·30	+ 40 46·1		− 0·48	+ 7·6
	Jänner 4. . . .	16 33 0·5	− 12 42·80		3	− 0·58	
			− 14 7·47	− 18 22·8	3/1		+ 8·3
			− 14 54·15	− 7 21·3	3/1		
		17 57 58·0	+ 27 47·31	+ 15 4·9	3/1	− 0·49	+ 7·4
	Jänner 5. . . .	16 58 50·6	+ 17 9·29	− 28 52·8	3/1	− 0·57	+ 8·0
		17 38 14·1	+ 17 6·20	− 26 10·7	3/1	− 0·50	+ 7·5
			+ 11 2·81		3		
		18 55 37·9	+ 16 59·15	− 20 35·0	3/1	− 0·39	+ 6·7
	Jänner 24. . . .	10 36 48·4	+ 45 32·00	+ 20 9·0	3/1	− 1·83	+ 11·5
			+ 35 16·00	+ 27 9·0	3/1		
			+ 21 52·98		3		
	Jänner 26. . . .	16 46 54·0				− 0·00	− 6·6
	Jänner 31. . . .	13 19 31·9				− 0·00	− 6·7
	Februar 1. . . .	12 42 25·4				− 0·00	− 6·4

14. Petersburg.

Beobachter:

Instrument:

Datum		Mittlere Zeit Greenwich	☿ − ✱ α	☿ − ✱ δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824	Februar 28. . . .	13^{h} 49^{m} $55^{s}1$	− 1^{m} $16^{s}89$	+ 5′ $13''5$	1	+ $0^{s}30$	+ $5''8$
		13 58 50·1	− 1 16·07	+ 4 56·4	1	+ 0·29	+ 5·9
		14 5 19·7	− 1 17·71	+ 4 32·4	1	+ 0·29	+ 6·0
		14 16 42·9	− 1 19·32	+ 4 2·1	1	+ 0·28	+ 6·1
		14 23 58·1	− 1 16·11		1	+ 0·28	

α app.	δ app.	*	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit in Tagesbruchteilen	Beobachtung — Rechnung Δα	Δα cos δ	Δδ
16ʰ 22ᵐ 49ˢ50	+ 32° 49′ 57″1		0·65958	— 3ˢ43	— 43″2	+ 92″6
16 18 46·10	+ 35 13 1·9		72294	— 3·51	— 43·0	+ 83·1
15 51 55·00	+ 47 32 30·0		62198	— 25·47	(— 257·8)	(— 57·5)
15 14 2·60	+ 58 17 22·0		47204	— 9·51	— 75·0	+ 91·2
14 43 43·10	+ 63 24 39·3		37762	— 10·04	— 67·4	+ 84·7
14 23 13·00	+ 65 52 15·7		36689	— 10·00	— 61·4	+ 83·5
12 56 16·70	+ 71 33 56·3		31370	— 23·08	— 109·5	+ 67·9
8 9 55·90	+ 66 17 59·1		42465	— 15·58	— 93·9	— 42·7

de Paris, tome XII.]

26. Jänner an Meridiankreis für α und Mauerkreis für δ].

α app.	δ app.	*	Beobachtungszeit	Δα	Δα cos δ	Δδ
16ʰ 51ᵐ 51ˢ66		167	0·77444	+ 0ˢ90	(+ 13″1)	
47·32	+ 12° 35′ 11″9	168		— 3·44	— 50·4	+ 90″7
48·85	3·1	170		— 1·91	— 27·9	+ 81·9
16 48 11·13		169	70674	— 3·18	— 46·0	
8·70	+ 15 16 27·1	152	73002	— 1·89	— 27·4	+ 65·0
6·82	47·8	172	73546	— 3·12	— 45·2	+ 57·7
16 42 8·08		163	68561	— 0·68	(— 9·6)	
4·33	+ 19 44 39·0	165		— 4·43	— 62·7	(+ 113·8)
7·39	43 26·6	166		— 1·37	(— 19·4)	+ 41·4
41 56·42	49 19·0	130	74461	— 4·53	— 63·9	+ 52·7
16 39 47·95	+ 21 23 40·4	134	70364	— 4·22	— 58·9	+ 63·1
44·86	26 22·5	138	73100	— 3·48	— 48·6	+ 60·0
44·37				— 3·97	— 55·4	
37·81	31 58·2	134	78475	— 2·96	— 41·1	+ 70·8
14 21 34·33	+ 66 2 29·7	102	43941	— 13·58	— 82·8	+ 71·5
34·84	22·4	106		— 13·07	— 79·7	+ 64·2
31·22		107		— 16·69	— 101·7	
13 18 19·03	+ 70 38 26·5		69637	+ 4·49	(+ 22·3)	+ 36·0
10 9 45·67	+ 72 37 14·1		55211	+ 62·73	(+ 279·5)	— 22·0
9 36 29·60	+ 71 41 43·4		52625	+ 6·23	(+ 29·4)	(— 96·8)

[A. N., III, p. 285.]

Winiewski.

Kreismikrometer.

α app.	δ app.	*	Beobachtungszeit	Δα	Δα cos δ	Δδ
6ʰ 37ᵐ 4ˢ47	+ 42° 3′ 58″0	16	0·56943	— 4ˢ01	— 44″3	+ 45″8
5·29	40·9	16	57562	— 3·01	— 33·2	+ 42·5
3·65	16·9	16	58013	— 4·51	— 49·8	+ 28·1
2·04	2 46·6	16	58804	— 5·89	— 65·0	+ 14·6
5·25		16	59308	— 2·52	— 27·8	

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	☄ − ✱		Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
		α	δ			
1824 März 28.	8h 3m 12s7	— 0m 1s02	+ 2' 17"2	1	+ 0s14	+ 2"5
	8 14 7·7	— 0 0·03	+ 1 28·9	1	+ 0·14	+ 2·5
	8 17 46·9	— 0 1·83	+ 1 15·5	1	+ 0·14	+ 2·5
	8 21 53·1	— 0 1·83	+ 0 51·9	1	+ 0·15	+ 2·6
	8 31 21·5	— 0 1·41	+ 1 58·7	1	+ 0·15	+ 2·6

15. Prag. [A. N., II, p. 455, 467;
Beobachter:
Instrument: $3^1/_4$ füßiger

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	α	δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1823 Dezember 30. . .	16h 37m 31s0	— 5m 10s69	— 33' 26"5	1	— 0s42	+ 7"6
	16 46 24·0	— 5 13·89	— 33 16·8	1	— 0·41	+ 7·6
	16 58 3·0	— 5 16·25	— 31 34·6	1	— 0·40	+ 7·5
1824 Jänner 1. . . .	15 50 8·2	+ 4 5·83	— 7 42·2	1	— 0·52	+ 8·5
		+ 1 21·20		1		
		— 3 6·29	+ 36 6·9	1		
		— 5 17·45	— 2 38·8	1		
		— 6 53·86		1		
	16 7 42·7	+ 4 10·29	— 5 8·6	1	— 0·51	+ 8·2
		— 0 52·04		1		
Jänner 15. . . .	14 34 32·0	— 0 50·42	— 37 34·2	1	— 0·92	+ 7·3
	14 39 55·0	— 0 51·88	— 36 58·4	1	— 0·91	+ 7·1
	14 50 4·5	+ 1 40·13	+ 43 51·8	1	— 0·89	+ 6·7
	14 55 46·0	+ 2 5·25	+ 46 24·2	1	— 0·88	+ 6·5
	15 0 11·0	— 1 7·47	— 34 55·8	1	— 0·87	+ 6·3
	15 18 51·0	— 1 1·51	— 32 48·1	1	— 0·85	+ 6·0
Jänner 22. . . .	6 56 20·0	+ 4 58·40		1	— 0·24	
		+ 2 59·74		1		
		+ 0 30·59		1		
	7 15 9·0	+ 4 45·93		1	— 0·49	
		+ 2 47·00		1		
		— 0 3·24		1		
	7 44 30·0	+ 4 36·48		1	— 0·62	
		+ 2 28·94		1		
		+ 2 31·00		1		
		+ 1 40·98		1		
		— 0 23·78		1		
Februar 2. . . .	6 0 1·4	— 3 35·99		1	— 0·13	
		— 5 56·89	+ 30 0·7	1		+ 3·3
	6 16 53·7	— 3 53·88		1	— 0·13	
	6 31 30·2	— 4 12·82		1	— 0·12	
		— 6 35·23		1		

α app.	δ app.	⚹	Beobachtungszeit Aberrationszeit in Tagesbruchteilen Minus	Beobachtung — Rechnung		
				Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
6h 42m 53s74	+ 31° 44' 57"6	30	0·32357	+ 0s96	(+ 12"3)	− 3"4
54·73	9·3	30	33115	+ 1·69	(+ 21·6)	(− 45·8)
52·93	43 55·9	30	33369	− 0·21	− 2·7	(− 57·1)
52·93	32·3	30	33654	− 0·30	− 3·8	(− 78·4)
53·35	44 39·1	30	34312	− 0·11	− 1·4	− 6·5

III, p. 13, 27, und Berliner Jahrb. 1827.]

Biela.

Dollond mit Kreismikrometer.

α app.	δ app.	⚹	Beobachtungszeit	Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
16h 53m 2s32	+ 12° 25' 48"2	167	0·68823	+ 2s06	(+ 30"1)	(− 58"7)
51 59·12	57·9	167	69440	− 0·45	(− 6·8)	(− 75·6)
57·62	27 40·1	167	70475	− 0·80	(− 11·7)	(− 26·3)
16 48 9·86	+ 15 8 44·9	152	65552	− 9·34	(− 135·2)	(− 14·9)
12·39		156		− 6·81	(− 98·6)	
15·25	9 55·6	160		− 3·95	− 56·7	+ 55·8
15·40	10 1·8	161		− 3·80	− 55·0	+ 62·0
16·84		164		− 2·36	− 34·2	
14·32	11 18·5	152	66773	− 3·46	− 50·1	+ 76·0
13·18		158		− 4·60	− 66·6	
16 5 7·69	+ 42 11 55·9	126	60495	− 3·95	− 43·9	(− 48·2)
6·23	12 31·7	126	60869	− 4·15	− 46·1	(− 48·2)
0·79	17 7·5	124	61573	− 7·20	− 80·0	(+ 162·0)
25·91	19 39·9	124	61965	+ 19·24	(+ 213·8)	(+ 278·0)
4 50·64	14 34·3	126	62275	− 14·98	(− 166·4)	(− 56·5)
56·60	16 42·0	126	63570	− 4·66	− 51·8	(− 49·0)
15 2 18·99		111	28631	− 9·89	− 76·1	
		?				
1 43·02		114		− 45·86	(− 341·9)	
2 6·52		111	29938	− 10·49	− 80·4	
		?				
2 9·19		114		− 7·82	− 60·7	
1 57·07		111	31976	− 1·15	(− 11·3)	
1 49·52		112		− 9·57	− 73·4	
		?				
2 0·11		113		− 8·70	− 64·3	
1 48·65		114		+ 1·89	(+ 11·1)	
9 15 16·30		82	24672	− 15·16	− 74·0	
15·56	+ 70 54 37·4	83		− 15·90	− 77·7	+ 19·5
14 58·41		82	25844	− 13·58	− 66·3	
39·47		82	26859	− 16·25	− 79·6	
37·22		83		− 18·50	− 90·7	

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	☌ — ✱ α	☌ — ✱ δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824 Februar 2. . . .		— 8m 0s42	— 9' 31"6	1		+ 1"9
	7h 17m 42s9	— 5 2·31		1	— 0s12	
		— 7 22·40		1		
	7 35 42·9	— 5 22·91		1	— 0·12	
		— 7 43·80		1		
		— 9 14·43		1		
Februar 29. . .	12 25 55·7	— 1 43·40	— 28 57·0	1	+ 0·46	+ 3·6

16. Prag. [A. N., III, p. 117

Beobachter:

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	α	δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1823 Dezember 30. . .	16h 47m 26s7			3	— 0s46	+ 7"8
1824 Jänner 1. .	15 46 1·7			1	— 0·52	+ 8·4
Jänner 4. . .	17 31 12·7			2	+ 0·27	+ 6·7
Jänner 5. . .	16 7 27·7			2	— 0·56	+ 8·2
	16 45 50·7			3	— 0·52	+ 7·7
Jänner 6. . .	16 2 18·7			3	— 0·58	+ 8·2
Jänner 16. . .	14 27 27·7			4	— 0·98	+ 6·9
Jänner 22. . .	7 41 22·7			4	— 0·68	+ 1·6
Jänner 27. . .	7 34 46·2			2	— 2·01	+ 9·8
Februar 1. . .	6 49 36·7			1	— 2·20	+ 1·7
Februar 2. . .	6 50 16·7			5	— 1·89	+ 0·6
Februar 4. . .	6 29 25·7			3	— 1·48	+ 0·0
Februar 10. . .	6 43 48·2			4	— 0·58	— 0·7
Februar 17. . .	7 0 35·7			2	— 0·21	+ 0·2
Februar 20. . .	6 38 33·7			3	— 0·18	+ 0·5
Februar 29. . .	10 1 14·3			3	+ 0·29	+ 1·9
März 2. . .	9 35 4·7			1	+ 0·25	+ 1·8
März 3. . .	9 27 12·3			2	+ 0·24	+ 1·8
März 4. . .	9 23 2·3			3	+ 0·23	+ 1·8
März 7. . .	9 29 42·7			1	+ 0·23	+ 1·9

17. Prag. [A. N., III, p. 168

Beobachter:

Instrument:

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	α	δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1823 Dezember 30. . .	16h 18m 35s0				— 0s48	+ 8"0
1824 Jänner 1. . .	14 57 7·5				— 0·52	+ 8·8
Jänner 4. . .	16 5 44·6				+ 0·06	+ 6·4
Jänner 5. . .	15 6 9·3				— 0·60	+ 4·2
Jänner 6. . .	14 28 15·4				— 0·62	+ 9·6
Jänner 16. . .	13 11 3·9				— 1·02	+ 9·5
Jänner 22. . .	8 46 53·7				— 1·56	+ 4·7
Jänner 27. . .	6 59 10·2				— 1·82	+11·0

α app.	δ app.	*	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit in Tagesbruchteilen	Beobachtung — Rechnung		
				Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
9h 14m 35s85	+ 70° 52' 58"9	84		— 19s87	— 97"4	+ 17"2
13 49·98		82	0·30068	— 14·49	— 71·2	
50·05		83		— 14·42	— 69·9	
29·38		82	31388	— 12·59	— 62·0	
28·65		83		— 13·42	— 66·1	
21·84		84		— 20·13	— 99·2	
6 36 37·95	+ 41 29 47·6	16	51163	— 3·44	— 38·7	+ 48·0

und Berliner Jahrb. 1827.]

David.

α app.	δ app.	*	Beobachtungszeit	Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
16h 51m 59s47	+ 12° 26' 24"0		0·69510	— 0s07	(— 1"0)	(— 55"8)
16 48 9·40	+ 15 5 45·0		65267	— 10·15	(—147·1)	(+ 520·7)
16 41 57·80	+ 19 48 8·0		72603	+ 1·71	(+ 24·1)	(— 182·2)
16 39 52·84	+ 21 20 17·0		66797	— 4·23	— 59·1	+ 64·3
49·00	21 30·5		69462	— 4·38	— 61·2	(— 22·1)
16 37 31·50	+ 23 2 56·0		66449	— 4·36	— 60·2	(+ 113·9)
15 59 13·40	+ 44 49 32·0		59941	— 3·63	— 38·6	+ 60·5
15 1 57·53	+ 60 38 21·0		31759	— 2·92	— 21·5	(+ 198·6)
12 57 47·13	+ 71 16 36·0		31292	+ 69·60	(+335·3)	(— 976·7)
9 45 43·60	+ 72 26 35·0		28125	+ 96·71	(—459·6)	(+ 1684·8)
9 14 15·24	+ 70 47 19·7		28163	— 20·91	—103·0	(— 175·4)
8 29 45·40	+ 68 6 20·0		26696	+ 6·61	(+ 37·0)	(+ 139·2)
7 20 58·73	+ 59 4 24·0		27625	— 7·72	— 59·5	— 88·5
6 51 30·67	+ 50 20 52·5		28693	— 22·53	(—213·7)	(+ 1531·5)
6 44 30·07	+ 47 17 41·5		27117	— 70·87	(—714·0)	(— 1924·3)
6 36 43·93	+ 41 33 6·0		41046	— 0·32	— 3·6	— 58·1
6 35 52·13	+ 40 29 29·5		39195	— 9·02	—102·9	+ 13·3
6 35 43·10	+ 40 0 2·0		38632	— 3·04	— 35·0	(+ 78·5)
6 35 30·33	+ 39 30 16·0		38325	— 4·78	— 55·3	(+ 56·0)
6 35 20·27	+ 38 7 41·1		38737	— 3·28	— 38·7	+ 7·1

und Berliner Jahrb. 1827.]

Hallaschka.

Kreismikrometer.

α app.	δ app.	*	Beobachtungszeit	Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
16h 52m 3s12	+ 12° 19' 42"1		0·67506	+ 1s35	(+ 19"8)	(— 361"6)
16 48 18·79	+ 15 11 19·5		61871	— 4·68	— 67·8	(+ 328·1)
16 41 5·19	+ 19 47 35·2		66667	— 5·40	— 76·1	+ 121·8
16 40 8·32	+ 21 14 15·7		62540	+ 5·36	(+ 74·9)	(— 35·6)
16 37 44·53	+ 23 1 35·8		59917	— 0·90	— 12·4	(+ 444·5)
15 59 32·39	+ 44 40 53·0		54636	— 4·77	— 50·9	+ 49·9
14 59 14·51	+ 60 51 41·7		36309	—124·30	(— 908·7)	(+ 559·2)
12 56 4·62	+ 71 17 24·9		28819	— 86·20	(— 415·0)	(— 805·7)

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	☿ − ✶ α	☿ − ✶ δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824 Februar 1. . .	6h 17m 7s4				− 2s16	+ 5"4
Februar 2. . .	5 29 3·0				− 2·02	+ 3·9
Februar 4. . .	5 50 43·3				− 1·59	+ 1·4

18. Seeberg. [A. N.,II,

Beobachter:

Instrument: Am 19. Februar

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	α	δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824 Jänner 5. . . .	16h 10m 9s5				− 0s57	+ 8"7
Jänner 6. . . .	16 27 57·5				− 0·56	+ 8·2
Jänner 10. . . .	16 27 9·5				− 0·60	+ 7·0
Februar 19. . . .	8 9 29·5				− 0·00	

19. Wien. [A. N., Bd. III, p. 13, 113;

Beobachter:

Instrument: $3^1/_2$ füßiger

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	α	δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824 Jänner 5. . . .	16h 5m 42s2	+ 4m 2s75	+ 18' 35"9	1	− 0s28	+ 4"0
		− 5 10·71		1		
		− 6 16·55	− 6 27·4	1		
		− 7 24·36	+ 6 49·8	1		
	16 35 57·0	+ 3 58·49	+ 19 44·6	1	− 0·28	+ 3·8
		− 5 14·67	+ 6 0·1	1		
		− 6 21·26	− 5 17·4	1		
		− 7 28·48	+ 8 7·1	1		
	16 53 46·1	+ 3 57·28	+ 21 9·7	1	− 0·27	+ 3·7
		− 6 22·70	− 3 58·5	1		
		− 7 29·37	+ 9 39·1	1		
	17 7 18·3	+ 3 56·96	+ 22 0·8	1	− 0·26	+ 3·6
		− 5 16·08	+ 10 11·9	1		
		− 6 23·74	− 3 4·4	1		
		− 7 31·19	+ 9 22·2	1		
	17 20 57·3	− 6 25·70	− 2 52·4	1	− 0·26	+ 3·5
		− 7 34·00	+ 9 56·1	1		
Jänner 6. . . .	15 51 30·5	+ 8 9·33	− 12 37·0	1	− 0·05	+ 2·5
		+ 7 26·08	+ 13 15·1	1		
	16 10 12·6	+ 8 7·70	− 10 49·0	1	− 0·03	+ 2·5
		+ 7 24·95	+ 15 13·4	1		
		+ 4 2·55	− 3 43·9	1		
		+ 3 43·10	+ 16 12·8	1		
	16 35 10·1	+ 8 5·55	− 9 11·3	1	− 0·00	+ 2·4
		+ 7 22·30	+ 16 49·2	1		
		+ 4 0·35	− 1 41·9	1		

α app.	δ app.	✳	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit in Tagesbruchteilen	Beobachtung — Rechnung		
				Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
9h 50m 48s92	+ 72° 8' 54"1		0·25868	+358s69	(+1649"5)	(+ 545"9)
9 15 58·28	+ 70 55 41·4		22522	— 9·89	— 48·5	+ 76·4
8 29 58·82	+ 68 5 20·4		24008	— 10·26	— 57·3	— 63·4

p. 491, und III, p. 113.]

Encke.

Meridiankreis, früher Äquatoreal?

α app.	δ app.	✳	Beobachtungszeit	Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
16h 39m 52s47	+ 21° 20' 15"0		0·66984	— 4s35	— 60"8	+ 51"7
16 37 29·87	+ 23 4 12·0		68160	— 3·47	— 47·9	+ 82·4
16 26 12·73	+ 30 43 22·0		68141	— 2·93	— 37·8	+ 51·1
6 47 7·40			33447	— 15·31	—151·2	

Wiener Annalen, Bd. IV, p. 120.]

Littrow (?).

Dollond mit Kreismikrometer.

α app.	δ app.	✳	Beobachtungszeit	Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
16h 39m 55s86	+ 21° 21' 38"4	146	0·66675	— 1s09	(— 15"1)	(+158"9)
55·28		153		— 1·67	— 23·3	
56·16	22·8	155		— 0·79	— 11·0	(+143·3)
55·83	33·8	157		— 1·12	— 15·6	(+154·3)
51·60	22 47·1	146	68775	— 2·47	— 34·5	(+101·5)
51·32	13·8	153		— 2·75	— 38·4	+ 68·2
51·05	32·8	155		— 3·02	— 42·2	+ 87·2
51·71	51·1	157		— 2·36	— 33·0	(+105·5)
50·39	24 12·2	146	70013	— 1·96	— 27·4	(+111·7)
49·61	23 51·7	155		— 2·74	— 38·3	+ 91·2
50·82	24 23·1	157		— 1·53	— 21·4	(+122·6)
50·07	25 3·3	146	70953	— 0·98	— 13·7	(+148·6)
49·91	26 25·6	153		— 1·14	(— 15·9)	(+230·9)
48·57	24 45·8	155		— 2·48	— 34·6	(+131·1)
49·00	24 6·2	157		— 2·05	— 28·6	+ 91·5
46·61	57·8	155	71900	— 3·13	— 43·7	+ 43·5
46·19	40·1	157		— 3·55	— 49·6	(+ 25·8)
16 37 33·86	+ 23 1 25·6	139	65699	— 2·56	— 35·3	+ 64·9
33·87	20·6	142		— 2·55	— 35·2	+ 59·9
32·23	3 13·6	139	66997	— 2·27	— 31·3	+ 91·3
32·74	18·9	142		— 1·16	— 20·1	+ 96·6
31·54	2 57·0	143		— 2·96	— 40·8	+ 74·7
32·77	3 4·8	144		— 1·72	— 23·7	+ 82·5
30·08	4 51·3	139	68731	— 2·86	— 39·5	+ 80·1
30·09	54·7	142		— 2·85	— 39·3	+ 83·5
29·34	59·0	143		— 3·60	— 49·7	+ 87·8

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	☿ − ✳ α	☿ − ✳ δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824 Jänner 6. . . .	16h 35m 10s1	+ 3m 40s95	+ 17' 59"7	1		
		− 6 1·70	+ 10 52·2	1		
		− 39 14·25	− 2 57·6	1		
		− 45 34·20	+ 2 9·7	1		
		− 46 10·70	− 11 22·7	1		
		− 77 38·60	+ 9 15·6	1		
		− 97 18·15	− 7 17·6	1		
Februar 2. . . .	5 21 36·9	− 2 49·84	+ 19 18·0	1	− 0s67	+ 1"0
			− 7 45·6	1		
	6 15 59·5	− 3 53·09	+ 16 28·8	1	− 0·66	+ 0·6
	6 30 0·4	− 4 7·68	+ 15 36·4	1	− 0·65	+ 0·3
	6 44 3·7	− 4 28·07	+ 14 55·4	1	− 0·64	+ 0·1
Februar 4. . . .	6 5 43·6	+ 19 24·85	+ 14 20·6	1	− 0·56	+ 0·1
		+ 16 34·08	+ 13 10·0	1		
		+ 13 11·83	+ 12 35·9	1		
	6 43 42·6	+ 18 56·59		1	− 0·51	− 0·4
		+ 16 4·88		1		
		+ 12 41·92		1		
	7 19 7·5	+ 18 40·69	+ 16 3·0	1	− 0·45	− 0·8
		+ 15 50·02	+ 14 45·0	1		
		+ 12 29·62	+ 14 11·9	1		
	7 50 54·5	+ 18 2·54	+ 8 22·4	1	− 0·38	− 1·1
		+ 15 11·53	+ 7 20·2	1		
		+ 11 48·93	+ 5 39·3	1		
		− 26 31·56	+ 9 27·2	1		
		− 56 25·83	− 3 43·2	1		
Februar 5. . . .	6 10 12·2	+ 17 22·66	+ 1 54·5	1	− 0·31	− 1·3
		+ 15 27·70	− 13 28·7	1		
		+ 13 26·18	− 7 1·6	1		
		− 0 9·55	− 14 0·2	1		
		− 6 37·77	− 18 38·0	1		
		− 7 28·91	+ 3 44·3	1		
		− 12 24·91	− 4 35·1	1		
		− 14 2·60	− 8 0·9	1		
	7 0 4·1	+ 16 51·58	− 1 0·6	1	− 0·18	− 1·6
		+ 14 57·27	− 16 9·3	1		
		+ 12 56·94	− 12 20·9	1		
		− 7 10·11	− 21 38·3	1		
		− 8 2·75	+ 0 53·4	1		
		− 12 51·03	− 10 24·4	1		
		− 14 24·79	− 15 46·8	1		

α app.	δ app.	*	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit in Tagesbruchteilen	Beobachtung — Rechnung		
				Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
16h 37m 30s62	+ 23° 4' 51"7	144		— 2s32	— 32"0	+ 80"5
30·33	37·3	162		— 2·61	— 36·0	+ 66·1
29·98	42·7	173		— 2·96	— 40·8	+ 71·5
29·83	2 54·6	174		— 3·11	— 42·9	(— 36·6)
35·92	4 23·2	175		+ 2·98	(+ 41·1)	+ 52·0
29·85	51·4	176		— 3·09	— 42·6	+ 80·2
29·71	46·5	177		— 3·23	— 44·6	+ 75·2
9 16 3·45	+ 70 54 57·5	82	0·21311	— 25·72	— 126·2	(+ 19·0)
	44·9	84				(+ 31·6)
14 59·20	52 8·3	82	25782	— 16·26	— 80·0	+ 5·9
44·61	51 15·9	82	26755	— 17·36	— 85·4	— 3·1
24·22	50 34·9	82	27730	— 24·22	— 119·3	— 0·3
8 29 42·11	+ 68 4 53·4	70	25050	— 14·23	— 80·8	— 35·8
42·76	58·9	72		— 13·58	— 77·2	— 30·3
42·97	5 1·4	73		— 13·37	— 76·0	— 27·8
13·85		70	27687	— 12·90	— 73·7	
13·56		72		— 13·19	— 75·2	
13·06		73		— 13·69	— 78·0	
28 58·13	6 35·8	70	30147	— 1·09	(— 6·2)	(+339·8)
58·70	33·9	72		— 0·52	(— 3·0)	(+337·9)
58·76	37·4	73		— 0·46	(— 2·5)	(+341·4)
19·98	+ 67 58 56·5	70	32493	— 13·13	— 75·0	+ 6·5
20·21	59 9·1	72		— 12·90	— 73·7	+ 19·1
20·07	58 4·8	73		— 13·04	— 74·5	— 45·2
20·74	59 45·5	76		— 12·73	— 72·7	(+ 55·5)
29 3·43	31·0	85		+ 30·32	(+ 172·5)	(+ 41·0)
12 37·44	+ 66 33 10·4	64	25350	— 11·36	— 67·8	— 71·8
36·92	32 35·7	66		— 11·88	— 70·9	(—106·5)
36·06	34 48·0	67		— 12·74	— 76·0	(+ 25·8)
36·90	32 41·6	71		— 11·90	— 71·0	(—100·6)
36·73	52·7	74		— 12·07	— 72·0	— 89·5
36·22	33 25·2	75		— 14·48	— 86·4	— 57·0
32·69	34 35·5	77		— 16·11	— 96·1	(+ 13·3)
34·77	10·7	78		— 14·03	— 83·7	(— 11·5)
6·36	30 15·3	64	28813	— 10·15	— 60·7	— 56·2
6·49	29 55·1	66		— 10·02	— 59·9	(— 76·4)
6·82	28·7	67		— 9·69	— 57·9	(—102·8)
4·39	52·4	74		— 12·12	— 72·5	— 79·1
2·38	30 34·3	75		— 14·13	— 84·5	— 37·2
6·57	28 46·2	77		— 9·94	— 59·4	(—145·3)
12·58	26 24·8	78		— 3·93	(— 23·5)	(—286 ·7)

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	☄ − ∗ α	☄ − ∗ δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
1824 Februar 7. . . .	6h 58m 28s5	+ 15m 43s93	+ 13' 5"6	1	− 0s37	− 0"8
		+ 10 46·67	+ 12 10·9	1		
		+ 9 20·39	− 3 41·4	1		
		− 0 10·07	+ 0 33·2	1		
		− 0 28·07	− 6 14·2	1		
		− 0 36·29	− 6 24·0	1		
		− 14 13·77	+ 14 36·8	1		
	7 50 59·8	+ 15 21·20	+ 9 11·4	1	− 0·26	− 1·3
		− 0 54·56	− 9 53·0	1		
	8 12 48·6	+ 15 13·23	+ 8 43·3	1	− 0·21	− 1·4
		− 1 1·68	− 9 46·3	1		
Februar 8. . . .	6 44 37·9	+ 28 16·75	+ 14 13·2	1	− 0·39	− 0·6
		+ 23 56·39	− 12 24·2	1		
		+ 20 13·45	− 6 17·8	1		
		+ 14 5·05	+ 6 13·6	1		
Februar 10. . . .	5 23 56·9	− 4 7·67	− 19 24·2	1	− 0·44	+ 0·2
		− 6 47·10	+ 3 6·2	1		
	5 38 38·4	− 4 12·08	− 20 27·7	1	− 0·42	+ 0·1
		− 6 51·76	+ 1 46·1	1		
	5 51 4·1	− 4 15·48	− 20 54·4	1	− 0·40	− 0·1
		− 6 54·73	+ 1 37·9	1		
	6 3 27·2	− 4 18·35	− 21 49·9	1	− 0·38	− 0·2
		− 6 58·39	+ 0 38·9	1		
Februar 15. . . .	6 0 18·6	+ 11 52·54	+ 9 23·3	1	− 0·30	+ 0·0
		+ 5 56·97	− 3 34·8	1		
		− 3 15·83	+ 7 14·1	1		
Februar 17. . . .	5 55 41·3	+ 8 43·76	− 24 50·9	1	− 0·28	+ 0·2
		+ 6 30·84	− 14 9·8	1		
		+ 2 58·73	− 5 21·8	1		
		− 0 18·77	− 2 31·3	1		
		− 8 11·11	− 2 17·1	1		
	6 19 51·2	+ 8 37·73	− 25 27·1	1	− 0·23	+ 0·0
		+ 6 26·03	− 14 22·8	1		
		+ 2 53·15	− 5 39·3	1		
		− 0 23·23	− 3 17·4	1		
		− 8 15·62	− 2 43·5	1		
Februar 18. . . .	6 18 14·4	− 4 4·88	+ 6 49·0	1	− 0·23	+ 0·1
		− 15 38·77	+ 3 39·4	1		
		− 23 55·53	+ 16 41·2	1		
	6 49 32·4	− 4 7·96	+ 3 58·2	1	− 0·15	+ 0·1
		− 15 42·19	+ 3 8·4	1		
		− 23 59·11	+ 15 32·9	1		

α app.	δ app.	✳	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit in Tagesbruchteilen	Beobachtung — Rechnung Δ α	Δ α cos δ	Δ δ
7h 46m 16s54	+ 63° 27' 39"0	58	0·28680	— 10s15	— 68"1	(+ 33"4)
16·44	39·4	59		— 10·25	— 68·7	(+ 33·8)
10·81	23·4	60		— 15·88	(— 106·5)	+ 17·8
16·98	1·2	61		— 9·71	— 65·1	— 4·4
16·80	25·6	62		— 9·89	— 65·9	+ 20·0
15·48	22·8	63		— 11·21	— 75·2	+ 17·2
15·48	44·5	68		— 11·21	— 75·2	(+ 38·9)
45 53·81	23 44·8	58	32327	— 9·32	— 62·6	— 2·3
50·31	46·8	62		— 12·82	— 85·6	— 0·3
45·84	16·7	58	33842	— 7·53	— 50·6	(+ 58·1)
43·19	53·5	62		— 10·18	— 68·2	(+ 88·9)
7 36 27·20	+ 62 0 39·1	49	27707	— 11·27	— 79·4	(+ 161·2)
28·84	38·8	50		— 9·63	— 67·9	(+ 160·9)
28·90	38·7	52		— 9·57	— 67·4	(+ 160·8)
31·30	47·8	54		— 7·17	— 50·5	(+ 169·9)
7 21 20·83	+ 59 9 44·3	56	22079	— 7·57	— 58·2	— 43·7
20·67	35·5	57		— 7·73	— 59·5	— 52·5
16·42	8 40·8	56	23099	— 7·88	— 60·6	— 56·4
16·01	15·4	57		— 8·29	— 63·8	— 21·8
13·02	14·1	56	23962	— 7·82	— 60·2	— 40·3
13·04	7·2	57		— 7·80	— 60·1	— 47·2
10·15	7 18·6	56	24823	— 7·23	— 55·6	— 52·9
9·38	8·2	57		— 8·00	— 61·6	— 63·3
6 57 39·85	+ 52 57 20·0	38	24536	— 4·40	— 39·5	(+ 127·2)
39·94	4·2	43		— 4·31	— 38·7	(+ 111·4)
40·19	14·2	47		— 4·06	— 36·5	(+ 131·4)
6 51 57·35	+ 50 48 18·1	31	24191	— 2·70	— 25·6	— 48·3
56·72	0·2	36		— 2·73	— 25·9	(— 66·2)
56·36	0·8	42		— 3·69	— 35·0	(— 65·6)
55·94	15·6	44		— 4·11	— 38·9	— 50·8
56·36	21·1	46		— 3·69	— 35·0	— 45·3
51·32	47 41·9	31	25869	— 6·14	— 58·2	— 24·0
51·91	47·2	36		— 5·55	— 52·6	— 18·7
50·78	43·3	42		— 6·68	— 63·3	— 22·6
51·48	29·5	44		— 5·98	— 56·7	— 36·4
51·85	54·7	46		— 5·61	— 53·2	— 11·2
6 49 31·90	+ 49 50 29·0	45	25736	— 4·36	— 42·2	(+ 57·2)
33·12	49 45·1	48		— 3·14	— 30·4	(+ 13·3)
32·90	43·7	51		— 3·36	— 32·5	+ 11·9
28·82	47 38·2	45	27910	— 4·48	— 43·4	— 39·0
29·70	49 14·1	48		— 3·60	— 34·8	(+ 56·9)
29·32	48 35·4	51		— 3·98	— 38·5	+ 18·2

Datum	Mittlere Zeit Greenwich	☋ — ✱ α	☋ — ✱ δ	Zahl der Vergleiche	par. α	par. δ
Februar 19. . . .	6h 1m 55s5	+ 2m 44s53	+ 11' 12"4	1	— 0s25	+ 0"3
		+ 1 6·62	+ 3 31·1	1		
		+ 0 5·09	+ 12 57·4	1		
		— 0 44·99	+ 16 40·4	1		
	6 11 13·4	+ 3 0·36	+ 7 6·1	1	— 0·32	+ 0·2
		+ 1 7·03	+ 3 2·6	1		
		+ 0 7·11	+ 12 31·8	1		
		— 0 42·96	+ 16 38·4	1		
	6 23 18·6	+ 3 2·15	+ 6 48·6	1	— 0·20	+ 0·2
		+ 1 4·43	+ 3 14·4	1		
		+ 0 3·06	+ 12 6·9	1		
		— 0 45·52	+ 16 31·3	1		
Februar 21. . . .	6 22 19·7	+ 0 23·64	+ 24 52·4	1	— 0·18	+ 0·4
		+ 0 2·64	+ 13 11·3	1		
	6 27 49·7	+ 0 6·00	+ 14 20·9	1	— 0·17	+ 0·3
	6 33 51·4	+ 0 25·05	+ 24 9·8	1	— 0·15	+ 0·3
		+ 0 5·35	+ 14 7·7	1		
	6 38 12·9	+ 0 23·89	+ 24 20·8	1	— 0·14	+ 0·3
		+ 0 5·70	+ 13 54·5	1		

Bemerkungen zu den Beobachtungen.

Åbo.

In den Åboer Beobachtungen, Bd. I und in A. N., Bd. III, p. 146 sagt Argelander selbst, daß seine Beobachtungen wenig Vertrauen verdienen, da ihm ein eigenes Kreismikrometer nicht zur Verfügung stand und er daher gezwungen war, die nicht ganz genau kreisrunden Blendenöffnungen der Okulare für die Ortsbestimmung zu verwenden. Da die Öffnung der offenbar nicht gut gedrehten Blenden wahrscheinlich nahezu elliptisch gewesen sein dürfte, so wäre es möglich, dort, wo Argelander gleichzeitig mehrere Sterne mitgenommen hat, die Elemente der Blendenöffnung, also die Positionswinkel der beiden Ellipsenachsen, sowie deren Größe selbst abzuleiten, und damit Argelander's Behauptung auch rechnerisch zu rechtfertigen. Die Ableitung des Positionswinkels gelingt tatsächlich aus der Beobachtung: 1824 Jänner 29. recht gut, während die Bestimmung auch der Größe der Ellipsenachsen den Durchgang eines dritten Sternes erfordern würde, so daß deren Berechnung mit dem vorhandenen Materiale, wenigstens für diesen Kometen, nicht möglich ist.

Die Bestimmung des Positionswinkels der den Rektaszensionsfaden ersetzenden Achse kann aus der genannten Beobachtung leicht vorgenommen werden. Sind $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ die tatsächlichen Rektaszensions- und Deklinationsdifferenzen der beiden Sterne und ist $\Delta'\alpha$ die von Argelander beobachtete Rektaszensionsdifferenz, so ist der Positionswinkel des fiktiven Rektaszensionsfadens gegeben durch

$$\operatorname{cotg} p = \frac{\Delta\delta}{15\,(\Delta\alpha - \Delta'\alpha)\operatorname{cotg}\delta},$$

wo für δ ein Mittelwert aus den Deklinationen beider Sterne gesetzt werden kann. Läßt man den zweiten Anschluß in obiger Beobachtung wegen eines offenbaren Fehlers weg, so erhält man aus dem 3., 4., 6. und 7. Anschluß

α app.	δ app.	*	Beobachtungszeit Minus Aberrationszeit in Tagesbruchteilen	Beobachtung — Rechnung		
				Δα	Δα cos δ	Δδ
6h 47m 27s98	+ 48° 54' 9"7	35	0·24588	— 5s27	— 52"0	(— 9"0)
29·15	33·9	39		— 4·10	— 40·4	(+ 15·2)
28·52	55 17·9	40		— 4·73	— 46·7	(+ 59·2)
28·11	54 41·2	41		— 5·14	— 50·7	+ 22·5
43·81	50 3·4	35	25234	+ 11·34	(+ 111·7)	(— 234·2)
29·56	54 5·4	39		— 2·91	— 28·7	(+ 7·8)
30·54	52·3	40		— 1·93	— 19·0	(+ 54·7)
30·14	39·2	41		— 2·33	— 23·0	+ 41·6
45·60	49 45·9	35	26143	+ 14·42	(+ 142·3)	(— 222·0)
26·96	54 17·2	39		— 4·42	— 43·6	(+ 49·0)
26·49	27·4	40		— 4·89	— 48·2	(+ 59·5)
28·38	32·1	41		— 3·00	— 29·6	+ 63·2
6 43 59·74	+ 47 10 3·2	33	25974	— 6·03	— 61·5	(+ 22·8)
58·65	8 42·7	34		— 7·12	— 72·6	— 57·7
44 2·01	10 52·3	34	26356	— 3·40	— 34·7	(+ 83·1)
1·15	9 20·6	33	26775	— 3·87	— 39·5	+ 3·8
1·36	39·1	34		— 3·66	— 37·3	+ 22·3
43 59·99	31·6	33	27077	— 4·74	— 48·3	(+ 23·8)
44 1·71	25·9	34		— 3·02	— 30·8	+ 18·1

$$p_3 = +27'$$
$$p_4 = +52'$$
$$p_6 = +23'$$
$$p_7 = +27'$$

also mit Ausschaltung des zweiten Wertes ziemlich übereinstimmend:

$$p = +26'$$

Argelander's Befürchtungen über die Ungenauigkeit seiner Meßmittel sind also gerechtfertigt gewesen.

1824 Jänner 26.: Das Fernrohr scheint zwischen den Durchgängen von Stern 101 und Stern 103 eine Verschiebung erlitten zu haben, da die beiden letzten Vergleichsterne 103 und 105 wohl gegeneinander sehr gut dargestellt werden, während die aus ihnen gezogenen Werte für Stern 101, sowie für den Kometen unmöglich werden. Eine Revision am Himmel hat ergeben, daß ein Fehler in den Örtern der verwendeten Vergleichsterne ausgeschlossen ist, da in den aus Argelander's Beobachtung für die beiden letzten Sterne folgenden Positionen tatsächlich kein Stern steht.

Februar 28.: Die schlechte Übereinstimmung der einzelnen Resultate dürfte durch die große Lichtschwäche des Kometen hervorgerufen worden sein.

Altona.

Die Beobachtungen sind teilweise mit einem Lampenkreismikrometer angestellt worden. Dasselbe bestand aus 20 auf Planglas gezogenen konzentrischen Kreislinien, deren Durchmesser in Pariser Zollen in A. N., Bd. II, p. 465 angegeben sind. Die Ringe wurden durch eine Lampe beleuchtet, so daß die Antritte an die einzelnen Kreise ziemlich genau beobachtet werden konnten. Tatsächlich stimmen auch die mit diesem Mikrometer angestellten Beobachtungen ziemlich gut überein.

1824 Jänner 24. und 25. Beide Meridiankreisbeobachtungen sind in der unteren Kulmination erhalten.

Bremen.

Nur die letzte Beobachtung vom März 19. ist im Originale vorhanden und wurden die Werte der Neureduktion der Olbers'schen Beobachtungen von Schur und Stichtenoth entnommen.

1824 Februar 18.: Deklination unsicher, weil der Komet zu nahe an dem Mittelpunkt des Kreismikrometers vorübergegangen ist.

Februar 21.: Olbers sagt in A. N., III, p. 46 zuerst, daß die Beobachtung ziemlich gut sein dürfte, erwähnt aber später, daß infolge des nicht ganz heiteren Himmels Ein- und Austritte nur mit äußerster Mühe aufgefaßt werden konnten.

März 5.: Diese Beobachtung ist von Schuhmacher in A. N., III, p. 89 unter Olbers' Namen publiziert.

März 19.: Wohl deswegen sehr unsicher, da der Komet nach Olbers' eigener Bemerkung damals schon so lichtschwach war, daß man ihn kaum mehr sehen konnte und da überhaupt erst dann, wenn sich das Auge einigermaßen am Dunklen erholt hatte.

Dorpat.

1824 Jänner 15.: Untere Kulmination.

Jänner 20.: Untere Kulmination.

Februar 28.: Nach Struve's Angabe ist die Beobachtung mit Stern 14 in A. R. unsicher.

März 2.: Deklination nach Struve unsicher.

März 4.: Die Unsicherheit der Deklination rührt offenbar davon her, weil nach Struve's Angabe der Komet einen ziemlich großen Durchmesser und ein sehr verwaschenes Aussehen zeigte.

Göttingen.

1824 Jänner 5.: Die Beobachtung zeigt in Deklination einen ziemlich starken Fehler; sie ist ebenso wie die zweite

Jänner 10., welche in beiden Koordinaten nicht stimmt, nicht kontrollierbar, da Harding nur die Endresultate gibt. Die Annahme eines Zeitfehlers für die Jänner 10. angestellte Beobachtung ist unzulässig, da eine solche Änderung auf beide Koordinaten in entgegengesetztem Sinne einwirken, also wechselweise eine Koordinate noch schlechter gestalten würde. Möglicherweise liegt der Fehler in den von Harding benutzten Vergleichsternpositionen und diese Annahme scheint dadurch an Wahrscheinlichkeit zu gewinnen, als Harding betont, daß der Komet zur Zeit der Beobachtung einen hellen Kern ungefähr der 6^{mag} mit einem scheinbaren Durchmesser von zirka $3''$ gehabt habe und man daher bei dem der Beobachtung äußerst günstigen Aussehen des Kometen eher eine sehr schöne Übereinstimmung hätte erwarten können.

Jänner 31. bis März 2.: Diese Beobachtungen sind von Gauss am Meridiankreis angestellt worden. Sie stimmen abwechselnd in der einen oder anderen Koordinate sehr schlecht und dürfte dies wohl darauf zurückzuführen sein, weil nach Gauss der Komet so wenig hell erschien, daß man ihn nur bei ausgeschalteter Fadenbeleuchtung sehen konnte.

März 23. und 24.: Harding hat hier selbst die mangelhafte Übereinstimmung der beiden Beobachtungen erkannt und nach der Ursache des Fehlers gesucht. Nachträglich zeigte sich, daß ein kleiner Fehler im Okular (offenbar falsche Stellung des Mikrometers) die Resultate beeinflußt hatte; beide Beobachtungen wurden deshalb weggelassen.

Greenwich.

Die bei diesen Beobachtungen befolgte Beobachtungsmethode der Ablesung der Einstellkreise, welche zu Beginn des vorigen Jahrhunderts an manchen Sternwarten usuell war, ließ keine besonders gute Übereinstimmung erwarten; immerhin erwiesen sich die erhaltenen Positionen nachträglich, wenn man von der größeren Zahl unmöglicher Werte Abstand nimmt, doch verwendbar. Der Beobachtungsvorgang war folgender: Man brachte Stern oder Komet mehrmals hintereinander in das Gesichtsfeld des Fernrohres und ließ unter gleichzeitiger Ablesung von Stunden- und Deklinationskreis das jeweils zu bestimmende Objekt jedes Mal am Mittelfaden antreten. Gegen diese Methode wäre wohl kaum etwas einzuwenden gewesen, wenn dabei darauf Bedacht genommen worden wäre, daß die Differenz ☄ — ✱ nicht allzu groß ausfalle. Das war aber nicht der Fall und man findet bei Durchsicht der obigen Zusammenstellung sogar Differenzen von über 2^h in A. R. und über 20° in D. Ganz geringfügige Fehler in der Aufstellung des Instrumentes, wie sie bei parallaktischem Montieren wohl niemals so genau bestimmt oder beseitigt worden sind, oder kleine nicht zu vermeidende Fehler der technischen Konstruktion mußten hier einen ganz unberechenbaren Einfluß auf die Güte des Endresultates nehmen können.

Bei der Reduktion dieser Beobachtungen wurde folgender Weg eingeschlagen: Zunächst wurde nach den bekannten Differenzialformeln:

$$d\delta = -\cos p\, dz; \quad dt = \frac{\sin p\, dz;}{\cos \delta}$$

der Einfluß der Refraktion für jede Einstellung berücksichtigt. Sodann wurden sämtliche Einstellungen desselben Vergleichsternes auf dieselbe Sternzeit und einen mittleren Stundenwinkel gebracht und ein Mittelwert gebildet, der dann durch Vergleichung mit den ebenfalls für Refraktion korrigierten Einstellungen des Kometen nach Stundenwinkel und Beobachtungszeit die in der obigen Zusammenstellung angegebenen Differenzen ☄ — ✱ ergab. Dieser etwas komplizierte Rechnungsvorgang dürfte noch der einfachste Weg sein, der bei der genauen Reduktion derartiger Beobachtungen eingeschlagen werden kann.

In der obigen Zusammenstellung sind wieder alle Werte, die sich den an anderen Sternwarten angestellten Beobachtungen nicht gut anschließen, eingeklammert und aus der Rechnung ausgeschieden worden. Die Ursache der Nichtübereinstimmung in jedem einzelnen Falle nachzuweisen, wäre bei der Anlage der Beobachtungen wohl kaum möglich, und so enthalte ich mich daher jedes weiteren Kommentars zu den einzelnen Daten und erwähne nur, daß bei der Beobachtung von 1824 Jänner 1. die 9. Differenz im A. R. um — 1^m korrigiert wurde und daß die starken Fehler der 1824 Jänner 31. bis Februar 2. erhaltenen Deklinationen, die alle in gleichem Sinne verschoben sind, wahrscheinlich auf die Nichtberücksichtigung eines Indexfehlers zurückzuführen sind.

Königsberg.

Die ersten zwei Beobachtungen Bessel's stimmen mit den von anderen Beobachtern erhaltenen Positionen nicht gut überein und dürfte die Ursache hievon einerseits in der Beobachtung der unteren Kulmination, andrerseits in dem von Bessel bemerkten blassen Aussehen des Kometen zu suchen sein. Erwähnt sei, daß der Komet bei der ersten Beobachtung nur etwa $8^1/_2$° über dem Horizont stand.

Mannheim.

Nicolai gibt in A. N., Bd. III, p. 411 überall die Differenz ☄ — ✱ und wurde daher nur diese Publikation, die übrigens alle früheren Veröffentlichungen mitenthält, benützt. Die Unmöglichkeit einer Neureduktion kann kaum als Nachteil empfunden werden, da sich die Nicolai'schen Positionen fast ausschließlich der Ephemeride sehr gut anschließen. Ausgeschieden wurde nur die Jänner 6. mit Stern 141 erhaltene Rektaszension, die offenbar einen nicht nachweisbaren Fehler enthält.

Marseille.

Auch Gambart gibt nur die Differenz ☌ — ✶. Die Beobachtung vom Februar 9. scheint in Rektaszension mit einem Sekundenfehler behaftet zu sein und wurde daher weggelassen.

München.

Die Beobachtung vom Februar 20. dürfte in Rektaszension um $+5^s$ zu korrigieren sein. Sie wurde weggelassen.

Nicolajew.

Knorre gibt überall die Differenz ☌ — ✶, und zwar ausnahmslos sowohl die am äußeren als auch die am inneren Ring erhaltenen Werte. Die in obiger Tabelle gegebenen Daten sind dort, wo die Zahl der Beobachtungen mit 2 angegeben ist, ein Mittel aus beiden Werten. In einigen wenigen Fällen wurde nur ein Ring berücksichtigt, wenn sich dadurch eine Verbesserung der Beobachtung erreichen ließ. In solchen Fällen ist offenbar entweder Komet oder Stern in einer für den weggelassenen Ring und für die betreffende Koordinate ungünstigen Weise durch das Mikrometer gegangen.

1824 Jänner 19.: Hier sind in der ersten Beobachtung für δ die beiden Werte:

$$(☌ - ✶)\,\delta = +19'\,54''8$$
$$= +19'\,\;4''2$$

gegeben. Beide erscheinen ungenau und geben die Differenz B. — R. zu groß. Oben wurde daher nur der noch etwas bessere zweite Wert verwendet.

Februar 7.: Bei der ersten Beobachtung wurden die Differenzen ☌ — ✶ in δ um $+10'$ verkleinert; offenbar hat hier ein Schreib- oder Druckfehler stattgefunden. Auch in dieser veränderten Form kann die Beobachtung noch nicht gut genannt werden und würde die Übereinstimmung auch bei Ausschließung des einen oder anderen Wertes nicht viel besser werden. Die Verbesserung wäre in A. R. fast unmerklich und würde in D. nur etwa 20" betragen. Die Beobachtung wurde schließlich ganz weggelassen.

Februar 24. und 25.: Die ausgeschiedenen Beobachtungen würden sich bei Mitnahme nur des äußeren oder inneren Ringes nur ungenügend verbessern.

März 1.: Im ersten Anschluß wurde in δ nur die Differenz $+7'\,47''7$ verwendet, während der von Knorre selbst als unsicher bezeichnete Wert $+8'\,56''0$ weggelassen wurde. Auch in dieser Form mußte die Position schließlich als unwahrscheinlich weggelassen werden. Eine Verbesserung der zweiten Rektaszension durch Weglassung eines der beiden Knorre'schen Werte ist ebenfalls nicht in genügender Weise möglich.

März 6.: Für den Anschluß an Stern 27. gibt Knorre bei der zweiten Beobachtung die Rektaszensionsdifferenzen:

$$-1°\,39'\,44''7 = -6^m\,38^s98$$
$$-1°\,39'\,\;3''3 = -6^m\,36^s22$$

Vorläufig wurde nur der zweite Wert verwendet, doch mußte die Beobachtung trotzdem weggelassen werden, da sie noch immer eine zu große Entfernung vom wahrscheinlichen Endwert ergab. Auch bei den anderen aus dieser Beobachtungsreihe ausgeschiedenen Werten konnte eine Verbesserung nicht erzielt werden.

März 17.: Der zweite Anschluß scheint in Rektaszension durch einen Irrtum oder Schreibfehler entstellt zu sein und dürften die Differenzen wohl lauten:

$$(☌ - *)\,\alpha = -17'\,39''3 = -1^m\,10^s62$$
$$= -17'\,5''4 = -1^m\,8^s36$$

Eine Korrektur wurde nicht vorgenommen.

März 19.: Die weggelassene Beobachtung würde durch Verwendung nur eines Ringes kaum eine nennenswerte Verbesserung erfahren. Für den letzten Anschluß gibt Knorre die Differenzen:

$$(☌ - *)\,\alpha = -43'\,51''1 = -2^m\,55^s41,\quad (☌ - *)\,\delta = -11'\,57''1$$
$$= -42'\,29''2 = -2^m\,49^s95,\qquad = -10'\,32''7$$

Verwendung konnten nur die oberen Werte finden.

März 20.: Die beiden für die Deklination des letzten Anschlusses von Knorre gegebenen Differenzen sind:

$$(☌ - *)\,\delta = -26'\,22''2$$
$$= -26'\,59''2$$

von welchen nur der letztere Verwendung fand.

März 22.: In Deklination sind für die letzte Beobachtung gegeben:

$$(☌ - *)\,\delta = +21'\,50''8$$
$$= +23'\,26''0$$

Ersterer Wert wurde als fehlerhaft weggelassen.

März 31.: Für die letzte Deklination gibt Knorre:

$$(☌ - *)\,\delta = -29'\,16''3$$
$$= -31'\,10''3$$

Die Beobachtung wird bei Weglassung der zweiten Differenz verwendbar.

Palermo.

Die Beobachtungen sind offenbar nur Einstellungen an den Kreisen des Altazimuts, stimmen jedoch mit den übrigen ziemlich gut überein.

1824 Jänner 17.: Diese Beobachtung ergibt in beiden Koordinaten eine unmögliche Position. Die Annahme eines Fehlers in der Beobachtungszeit würde wechselweise eine Koordinate noch mehr verschlechtern.

Paris.

1823 Dezember 30. — 1824 Jänner 24.: Diese Beobachtungen sind an einem Fadenmikrom eter erhalten, welches an einem gewöhnlichen Fernrohr angesetzt wurde, da das sonst verwendete Äquatoreal demontiert war. Das Mikrometer hatte drei Rektaszensionsfäden.

1824 Jänner 26. — Februar 1.: Bei diesen Beobachtungen sind die Rektaszensionen am Meridiankreis, die Deklinationen am Mauerkreis erhalten. Da weitere Angaben fehlen, mußte angenommen werden, daß der Mauerkreis gut orientiert war, also die Messung der Poldistanzen tatsächlich immer zur Zeit des Meridiandurchganges stattgefunden hat.

Die Rektaszension der Beobachtung vom Jänner 31. dürfte mit einem Minutenfehler behaftet sein und soll offenbar lauten:

$$10^h\,8^m\,45^s67$$

Die Beobachtung wurde dadurch zwar etwas brauchbarer, doch wurde bei der Fülle des vorhandenen Beobachtungsmateriales von einer derartigen immerhin etwas willkürlichen Korrektion abgesehen und die Beobachtung weggelassen.

Überhaupt konnten von diesen Beobachtungen nur wenige Positionen benützt werden, da sich dieselben den an anderen Orten erhaltenen Bestimmungen nur schlecht anschließen. Ursache der Nichtübereinstimmung dürfte das allseits erwähnte blasse Aussehen des Kometen sein, welches die Einschaltung einer Fadenbeleuchtung unmöglich machte.

Petersburg.

Beide Beobachtungen sind in A. N., III, p. 285 von Argelander publiziert worden. Durch die Güte des im Vorjahre leider viel zu früh verstorbenen Professors Kreutz war es mir möglich, in den Originalbrief Winiewski's an die A. N. Einsicht zu nehmen, so daß beide Beobachtungen an der Hand der dort enthaltenen Originaldaten neu reduziert werden konnten. Bei der zweiten Beobachtung war die gegenseitige Stellung von Komet und Stern derart, daß immer eines der beiden Objekte nahe durch die Mitte des Kreismikrometers hindurchging. Die Anschlüsse sind daher in Deklination etwas diskordant und mußten einige Werte weggelassen werden.

Prag.

Beobachtungen Biela's.

Biela's Beobachtungen leiden sehr unter dem Umstande, daß meist entweder Komet oder Stern in einer Weise durch das Kreismikrometer ($r = 1545''$) hindurchging, daß zum mindesten die Bestimmung einer Koordinate unmöglich wurde. Nicht selten war die Stellung beider Objekte derart, daß sowohl die Rektaszension, als auch die Deklination wechselweise beeinflußt wurden. Typisch für eine Beobachtung der letzteren Art sind die drei Anschlüsse Biela's von 1823 Dezember 30., die aus dem eben erwähnten Grunde weder in A. R. noch in D. verwendbar sind.

Die Beobachtungen konnten bis auf die letzte vom Februar 29. durchwegs neu reduziert werden, da Biela die Originale veröffentlicht hat. Diese Neureduktion wurde in den meisten Fällen bei dem fast vollständigen Mangel einer Übereinstimmung doppelt und sogar dreimal vorgenommen, allerdings immer ohne irgendwelche Änderung des Rechenresultates zum Bessern.

Außer obiger Bemerkung zur Beobachtung 1823 Dezember 30. wäre noch zu erwähnen, daß bei den

1824 Jänner 1.: gemachten Anschlüssen die Rektaszensionen mit den Sternen 160, 161 und 164 ziemlich gut stimmen, während die mit Stern 152 erhaltene Deklination, die bei der günstigen Stellung desselben im Mikrometer hätte besonders sicher sein können, stark fehlerhaft erscheint. Es ist wahrscheinlich, daß vor dem Durchgange des Kometen eine Verschiebung des Fernrohrs stattgefunden hat. Vielleicht ist diese Verschiebung zwischen Ein- und Austritt des Sterns 156 vor sich gegangen, da die Bestimmung der Deklination mit Hilfe dieses Sternes den ganz unmöglichen Wert von $+ 424''9$ im Sinne Beobachtung — Rechnung liefern würde. Bei der ersten Beobachtung dieses Morgens sind die Sterne 156 und 164, bei der zweiten Beobachtung ist Stern 158 so nahe der Mitte des Mikrometers hindurchgegangen, daß sie für die Bestimmung der Deklination unverwendbar werden.

Jänner 15.: Diese Beobachtung ergibt in Deklination, trotz der nach Weglassung des offenbar fehlerhafter 3. und 4. Anschlusses herrschenden schönen inneren Übereinstimmung ganz unmögliche Werte, die auffallenderweise alle nach derselben Richtung verschoben erscheinen. Der Grund hierfür mag in einem Okularfehler gelegen sein, den Biela nicht bemerkt hat. Wahrscheinlich war das Kreismikrometer nicht gut fokussiert, da bei

Annahme eines etwas geringeren Durchmessers eine wesentliche Verbesserung der Werte erreicht werden kann. Auch wäre nicht ausgeschlossen, daß, obwohl der Radius des verwendeten Kreismikrometers von Biela überall zu $r = 1545''$ angegeben wird, hier doch ein anderes Mikrometer im Gebrauch war und später auf die Erwähnung dieses Umstandes vergessen wurde. Außerdem scheinen die Daten des 4. und 5. Anschlusses durch Schreibfehler entstellt zu sein, da hier auch die Rektaszensionen unmöglich werden.

Jänner 22.: Der Komet ist hier überall fast durch die Mitte des Mikrometers hindurchgegangen. Der zweite von Biela benutzte Stern existiert nicht und war auch bei einer Revision am Himmel kein Objekt auffindbar, das der vorliegenden Position einigermaßen entsprochen hätte. Im ersten Anschluß an Stern 114 steckt offenbar ein Zeitfehler. Eine willkürliche Korrektion wurde nicht vorgenommen und daher die Beobachtung weggelassen.

Februar 2.: Im ersten Anschluß ist Stern 82, im 2., 4. und 5. Anschluß der Komet selbst fast durch die Mitte des Kreismikrometers gegangen. Im dritten Anschluß ist die Stellung des Kometen im Mikrometer nicht gerade gut, aber auch nicht allzu ungünstig, so daß die Beobachtung mit Stern 84, der nahe dem (scheinbaren) oberen Rande hindurchging, einigermaßen auch in Deklination brauchbar wird.

Prag.

Beobachtungen David's.

David's Beobachtungen mußten nahezu zur Hälfte weggelassen werden, da sie stellenweise geradezu exorbitant falsche Positionen ergeben, die nicht mehr durch eine mangelhafte Genauigkeit der Beobachtung selbst, sondern nur durch Schreibfehler oder allzu flüchtige Reduktionsarbeit erklärt werden können, — weist doch, wie unten nachgewiesen wird, eine Beobachtung mit der gegebenen Position sogar in den hellen Mittag! Da David in beiden Quellen A. N., III, p. 117 und Berl. Jahrb. für 1827 nur die Endresultate gibt und die Originale nicht aufgefunden werden konnten, so mußte auf eine Neureduktion, so wünschenswert dieselbe auch gewesen wäre, verzichtet werden, und blieb bei der meist vollkommenen Unmöglichkeit, die vorhandenen Fehler auf irgend eine plausible Weise zu erklären und durch wahrscheinliche Korrektionen zu beseitigen, nichts anderes übrig, als die Beobachtungsreihe, die bei ihrer Länge gewiß äußerst wertvoll gewesen wäre, zur Hälfte aus der Rechnung auszuscheiden.

Da sich dieselbe Diskordanz auch in den gleich später zu besprechenden Beobachtungen Hallaschka's in Prag zeigt, und Beider Fehler oft zusammentreffen, so wäre man beinahe versucht, an gemeinsame Arbeit beider Beobachter und dabei gemeinsam begangene Irrtümer oder an falsch bestimmte und gemeinsam benutzte Vergleichsternpositionen zu denken. Hallaschka's Bemerkungen geben zwar eine Vermutung, durch welche in einigen Fällen die geradezu exorbitant hohe Nichtübereinstimmung erklärlich wird. Er sagt nämlich vom Vergleichstern zu seiner Beobachtung vom 1823 Dezember 30., daß derselbe nach Harding's Karten 14^m später und $12'$ südlicher stehe als 60 Herkulis, und es ist nun nicht ausgeschlossen, daß beide Beobachter mangels anderer Hilfsmittel einige Male gezwungen waren, zur Reduktion die Sternposition aus diesen Karten zu entnehmen. Daß dabei Fehler von mehreren Zeitsekunden und Bogenminuten wohl unterlaufen konnten, ist sehr wahrscheinlich. Der Vorgang aber, diese Resultate, welche beide Beobachter gewiß selbst als nicht sicher erkannt haben müssen, als endgiltige hinzustellen und die Publikation der Originaldaten gänzlich zu unterlassen, war sicher der am allerwenigsten empfehlenswerte.

1823 Dezember 30.: Nach David's eigener Angabe in Deklination unsicher.

1824 Jänner 1.: Offenbar stark fehlerhaft.

Jänner 27.: Die Annahme eines Zeitfehlers könnte bei hinreichender Größe zwar die Rektaszension brauchbar machen, doch würde hierdurch in der Deklination nur eine geringe Verbesserung erzielt. Möglicherweise liegt für die Deklination noch ein Irrtum darüber vor, ob der Komet nördlich oder südlich vom Mittelpunkte des Mikrometers hindurchgegangen ist. David hat den Vergleichstern erst an 16 Drakonis anschließen müssen und bezeichnet übrigens seine Sternposition selbst als unsicher.

1824 Februar 1.: Die Beobachtung ist gänzlich unmöglich. Wollte man einen Zeitfehler für die Nichtübereinstimmung verantwortlich machen, so wäre es notwendig, zur Besserung der Rektaszension eine Änderung der Beobachtungszeit um -1^h vorzunehmen, während die Deklination eine solche von zirka $+12^h$ erfordern würde.

Februar 17.: Die Rektaszension ist in A. N., III, p. 117 mit

$$105° 52' 40'',$$

im Berliner Jahrb. für 1827 aber mit

$$104° 52' 40''$$

angegeben. Beide Werte sind unrichtig, da der erste einem Orte des Kometen vom Februar 14., der zweite einem solchen vom Februar 15. entsprechen würde. Die Rektaszension dürfte richtig lauten:

$$102° 52' 40'',$$

da mit diesem Werte die Übereinstimmung wenigstens leidlich wird. Die Deklination würde einer Beobachtung entsprechen, die zirka 12^h später angestellt worden ist.

Februar 20.: Die angegebene Position würde dem Orte des Kometen ungefähr für 1824 Februar 21·0, also Mittag des nächsten Tages entsprechen. David nennt diese Beobachtung selbst ungenau.

Korrigiert man in A. R. um $+1^m$ und in D um $+30'$, so würden die Differenzen Beobachtung — Rechnung

$$\Delta\alpha = -10^s17, \quad \Delta\delta = -124''3$$

also beinahe verwendbar werden.

Prag.

Beobachtungen von Hallaschka.

Hallaschka's Beobachtungen kranken, wie schon oben erwähnt, an demselben Übelstande wie die, welche in Prag von David angestellt worden sind. Eine Publikation der Originaldaten findet sich nirgends vor, so daß eine Neureduktion auch hier nicht möglich war.

1823 Dezember 30.: Der Stern ist der oben erwähnten Bemerkung zufolge wahrscheinlich seiner Position nach Harding's Karten entnommen und dadurch der große Fehler im Kometenort entstanden.

1824 Jänner 22.: Die gegebene Kometenposition würde in A. R. auf eine Beobachtungszeit nach Greenwicher Mitternacht schließen lassen, in Deklination aber eine solche vor Mitternacht erfordern.

Jänner 27.: Der von Hallaschka gegebene Kometenort würde in A. R. eine Korrektion der Beobachtungszeit von -1^h, in D von -2^h erfordern.

Februar 1.: Die angegebene Position konnte zu einer Beobachtung gehören, die zirka 4^h vorher angestellt worden ist. Dies würde in mittlerer Prager Zeit ungefähr 3^h Nachmittags, also eine Stunde bedeuten, die noch in das helle Tageslicht fällt.

Seeberg.

Die große Differenz in der letzten Beobachtung ist wohl auf das am Februar 19. schon sehr verwaschene und blasse Aussehen des Kometen zurückzuführen.

Wien.

Die Beobachtungen sind durchwegs Kreismikrometermessungen und nach den in den Annalen der der Wiener Sternwarte und in den A. N. vorhandenen Originalen neu reduziert. Die eingeklammerten und weggelassenen Werte betreffen, wo ein spezieller Kommentar hier nicht gegeben ist, stets solche, wo entweder Komet oder Stern ungünstig durch das Kreismikrometer hindurchgegangen ist.

1824 Jänner 5.: Hier ist in der ersten Beobachtung der Komet zu nahe dem Mittelpunkte, Stern 146 zu nahe dem Rande des Mikrometers hindurchgegangen, so daß alle Deklinationen und die mit diesem Stern erhaltene Rektaszension wenig Vertrauen verdienen. Dasselbe gilt von den Deklinationen des vorletzten Anschlusses und der ebendort mit Stern 153 erhaltenen Rektaszension. Alle übrigen weggelassenen Werte wurden erst später wegen des zu großen wahrscheinlichen Fehlers eliminiert.

Jänner 6.: Im letzten Anschluß ist Stern 174 zu nahe der Mitte, Stern 175 ganz nahe dem Rande hindurchgegangen.

Februar 2.: Stern 84 hat in der ersten Beobachtung den Mikrometerrand fast gestreift.

Februar 4.: Die Deklinationen der zweiten Beobachtung sind unverwendbar, weil der Komet fast durch den Mittelpunkt des Mikrometers gegangen ist. Auch die letzte Beobachtung mit Stern 76 ist für die Bestimmung der Deklination ungünstig, überdies scheint zwischen den Durchgängen von Stern 76 und 85 eine Verrückung des Fernrohrs stattgefunden zu haben, die umso leichter angenommen werden kann, da die Beobachtung über 1^h gedauert hat. Unter Annahme dieser Möglichkeit wurden auch die entsprechenden Deklinationen als vielleicht mitbeeinflußt weggelassen. Dasselbe scheint auch bei der dritten Beobachtung der Fall gewesen zu sein, wo der Komet zirka 18^m später durch das Gesichtsfeld gegangen ist und die Rechnung sowohl in A. R. als auch in D. auf ganz falsche Werte führt.

Februar 5.: Die Deklinationen mit den Sternen 66, 67, 71, 77 und 78 sind unverwendbar, da diese Sterne nahezu durch die Mikrometermitte gegangen sind. Bei der letzten Beobachtung mit Stern 78 scheint noch ein Sekundenfehler mitzuspielen, da auch die Rektaszension nicht stimmt.

Februar 7.: Die eingeklammerten Werte sind wegen ungünstiger Stellung von Komet oder Stern weggelassen.

Februar 8.: Der Komet ging hier so nahe durch die Mitte, daß sich nicht entscheiden läßt, ob die Sehne nördlich oder südlich vom Mittelpunkte anzunehmen ist. Die angegebenen Deklinationen sind unter der Annahme gebildet, daß der Komet nördlich vom Mittelpunkte hindurchgezogen ist, ergeben aber selbstverständlich unbrauchbare Resultate.

Februar 15.: Nicht nur Komet, sondern auch sämtliche Vergleichsterne sind ganz nahe der Mikrometermitte hindurchgegangen.

VI. Bestimmung des Gewichtes und Bildung der Tagesmittel.

Da in der obigen Zusammenstellung der Beobachtungen jeder Einzelanschluß mit der Ephemeride verglichen erscheint, so wurde es vorerst notwendig, alle Beobachtungen, die von demselben Beobachter und in derselben Nacht erhalten worden sind, in einen Mittelwert zusammen zu ziehen. Diese provisorischen Mittel enthielten natürlich in ihrer ersten Form auch diejenigen von den oben eingeklammerten Werten, welche sich nicht schon bei der Reduktion der Beobachtungen als unsicher erwiesen hatten. Nachdem diese Mittelbildung für alle Beobachtungsreihen durchgeführt war, wurden nun diejenigen Differenzen, welche sich um mehr als einen bestimmten Betrag von den so erhaltenen Positionen entfernten, weggelassen und dadurch die definitiven Mittelwerte gebildet. Hierbei war es in erster Linie nötig, über denjenigen Wert schlüssig zu werden, den man als Grenze der Nichtübereinstimmung gelten lassen will, und es wurde dabei Folgendes erwogen: Wählt man diesen Betrag zu hoch, so besteht die Gefahr, daß auch Beobachtungen von zu geringer Güte mitgenommen werden und eine Entstellung des Endresultates hervorrufen können; wird aber diese Grenze zu gering gezogen, so wird wieder bei der großen Ungenauigkeit der einzelnen Beobachtungen untereinander die Zahl der zur Verwendung kommenden Positionen im Verhältnis zur Gesamtzahl der vorhandenen Beobachtungen eine viel zu geringe werden. Ich habe mich schließlich entschlossen, noch alle diejenigen Beobachtungen, welche sich von dem aus den Beobachtungen desselben Beobachters und derselben Nacht gebildeten Mittelwert um mehr als $\pm 20''$ entfernen, wegzulassen, da einerseits dieser Betrag mit der Genauigkeit der Beobachtungen selbst so ziemlich im Einklang zu stehen schien und andrerseits die Zahl der aus der Rechnung zu eliminierenden Einzelanschlüsse dabei keine allzu starke Vergrößerung erfuhr. Auf diese Weise wurden nun folgende im Sinne Beobachtung — Rechnung gedachten Differenzen gegen die Ephemeride und die in derselben Tabelle gleichzeitig aufgenommenen unter der Annahme des Gewichtes $p = 1$ für alle Beobachtungen gerechneten provisorischen Tagesmittel erhalten. Dabei bedeuten die rund eingeklammerten Daten solche, die schon bei dieser Mittelbildung wegen zu starker Abweichung ausgeschaltet worden sind, und die eckig eingeklammerten Werte diejenigen, welche aus dem gleichen Grunde bei der Bildung der Gewichtszahlen nicht mehr berücksichtigt werden konnten.

Mittelwerte aus der Zusammenziehung der Einzelanschlüsse				Provisorisches Tagesmittel für $p = 1$	
Datum	Beobachtungsort	Beobachtung — Rechnung			
		$\Delta\alpha\cos\delta$	$\Delta\delta$	$\Delta\alpha\cos\delta$	$\Delta\delta$
1823 Dez. 30·77	Paris	— 39"2	+ 86"3	— 39"2	+ 86"3
1824 Jän. 1·62	Prag (Hallaschka)	— 67·8		— 51·2	+ 60·4
1·66	Prag (Biela)	— 52·5	+ 64·6		
1·72	Paris	— 39·5	+ 61·3		
1·78	Greenwich	— 45·1	+ 55·4		
2·77	Greenwich	— 55·4	+ 78·9	— 55·4	+ 78·9
3·75	Mannheim	— 40·4	+ 53·0	— 40·4	+ 53·0
4·67	Prag (Hallaschka)	— 76·1	(+ 121·8)	— 60·7	+ 50·9
4·69	Mannheim	— 42·8	+ 54·7		
4·72	Paris	— 63·3	+ 47·1		
5·67	Seeberg	— 60·8	+ 51·7	— 52·4	+ 62·8
5·68	Prag (David)	— 60·1	+ 64·3		
5·68	Göttingen	— 53·1			
5·69	Wien	— 30·4	+ 78·3		
5·69	Mannheim	— 41·7	+ 53·8		

Mittelwerte aus der Zusammenziehung der Einzelanschlüsse				Provisorisches Tagesmittel für $p = 1$	
Datum	Beobachtungsort	Beobachtung — Rechnung		$\Delta\alpha\cos\delta$	$\Delta\delta$
		$\Delta\alpha\cos\delta$	$\Delta\delta$		
1824 Jän. 5·72	Altona	− 41″1	+ 60″6		
5·74	Marseille	− 56·6	+ 63·8		
5·74	Paris	− 51·0	+ 64·6		
5·75	Greenwich	− 57·4	+ 60·5		
6·60	Prag (Hallaschka)	(− 12·4)		− 46″2	+ 69″7
6·66	Prag (David)	− 60·2			
6·66	Mannheim	− 40·9			
6·67	Wien	− 36·9	+ 76·5		
6·68	Seeberg	− 47·9	+ 82·4		
6·71	Marseille	− 38·8	+ 60·0		
6·71	Altona	− 51·4	+ 58·7		
6·73	Greenwich	− 47·3	+ 70·8		
8·73	Marseille	− 42·4	+ 69·3	− 42·4	+ 69·3
9·68	Palermo	− 41·1	+ 68·5	− 44·4	+ 70·3
9·74	Mannheim	− 47·8	+ 72·1		
10·68	Seeberg	− 37·8	+ 51·1	− 42·7	+ 59·9
10·73	Palermo	− 45·6	+ 68·7		
11·57	Bremen	− 39·8	+ 53·2	− 38·0	+ 75·3
11·66	Palermo	− 43·2	+ 92·6		
11·70	Altona	− 34·1	+ 68·8		
11·74	Marseille	− 34·7	+ 72·1		
11·76	Greenwich		+ 89·6		
12·71	Mannheim	− 37·8	− 79·8	− 49·7	+ 88·9
12·72	Marseille	− 54·6	+ 92·1		
12·72	Palermo	− 43·0	+ 83·1		
12·74	Greenwich	− 63·4	+ 100·6		
13·70	Marseille	− 44·3	+ 93·1	− 44·3	+ 93·1
14·55	Bremen	− 50·4	+ 79·3	− 45·1	+ 80·3
14·69	Altona	− 39·2	+ 70·5		
14·73	Marseille	− 45·7	+ 91·2		
15·28	Dorpat (Meridian)	− 47·9	+ 84·4	− 48·7	+ 87·2
15·54	Nicolajew	− 54·2	+ 94·2		
15·62	Prag (Biela)	− 55·4			
15·69	Altona	− 37·2	+ 83·0		
16·28	Königsberg	(− 95·3)	(+ 146·5)	− 44·8	+ 55·2
16·55	Prag (Hallaschka)	− 50·9	+ 49·9		
16·60	Prag (David)	− 38·6	+ 60·5		
17·62	Nicolajew	− 60·5	+ 87·8	− 54·2	+ 87·8
17·74	Marseille	− 48·0	+ 87·8		
18·48	Greenwich	(− 120·2)	+ 93·0	− 46·2	+ 91·9
18·67	Marseille	− 46·2	+ 90·8		
19·49	Greenwich	− 55·7	+ 68·1	− 54·8	+ 75·4
19·66	Marseille	− 40·6	+ 82·8		
19·67	Nicolajew	− 68·1	+ 75·2		
20·24	Dorpat (Meridian)	− 56·6	+ 94·2	− 48·8	+ 105·4

Mittelwerte aus der Zusammenziehung der Einzelanschlüsse				Provisorisches Tagesmittel für $p = 1$	
Datum	Beobachtungsort	Beobachtung—Rechnung			
		$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$
1824 Jän. 20·27	Åbo	— 41"1	+ 116"6		
21·47	Palermo	— 75·0	+ 91·2	— 75"0	+ 91"2
22·32	Prag (Biela)	— 71·0		— 46·2	
22·32	Prag (David)	— 21·5			
23·21	Königsberg	(— 130·6)	(+ 155·4)	— 72·9	+ 77·4
23·38	Palermo	— 67·4	+ 84·7		
23·62	Greenwich	— 41·8	+ 104·3		
23·76	Greenwich (Meridian)	— 109·5	+ 43·2		
24·23	Altona (Meridian)	— 67·4	+ 102·4	— 75·3	+ 83·6
24·37	Palermo	— 61·4	+ 83·5		
24·44	Paris	— 88·1	+ 67·9		
24·46	Marseille	— 84·3	+ 80·6		
25·21	Altona (Meridian)	— 75·6	+ 103·1	— 83·0	+ 98·6
25·38	Marseille	— 90·4	+ 94·2		
26·22	Åbo	— 96·2		— 90·8	+ 64·1
26·37	Marseille	— 93·3	+ 84·1		
26·55	Nikolajew	— 68·4	+ 80·8		
26·66	München	— 87·2	+ 55·6		
26·70	Paris (Meridian)		+ 36·0		
26·70	Greenwich (Meridian)	— 108·9	(— 18·5)		
27·22	Nicolajew	— 71·9	+ 79·3	— 96·5	+ 64·3
27·31	Palermo	— 109·5	+ 67·9		
27·64	München	— 93·3	+ 45·7		
27·68	Greenwich (Meridian)	— 111·4	(— 62·8)		
28·30	Åbo	— 58·5	+ 56·9	— 90·4	+ 56·9
28·35	Nikolajew	— 91·8			
28·65	Greenwich (Meridian)	— 121·0	(— 58·3)		
29·24	Åbo	— 84·4	+ 66·0	— 84·4	+ 66·0
30·36	Marseille	— 98·0	+ 15·9	— 95·4	— 24·9
30·56	Altona (Meridian)	— 68·9	+ 0·3		
30·59	Greenwich (Meridian)	— 119·2	[— 66·1]		
31·37	Marseille	— 97·3	— 13·2	— 103·2	— 6·9
31·53	München	— 99·1	— 6·3		
31·53	Göttingen (Gauss)		+ 1·6		
31·55	Mannheim	— 93·8	+ 5·4		
31·55	Paris (Meridian)		— 22·0		
31·56	Greenwich (Meridian)	— 122·8			
Febr. 1·36	Marseille	— 90·2	— 15·6	— 103·8	— 15·6
1·53	Greenwich (Meridian)	— 117·4			
2·33	Prag (Hallaschka)	(— 48·5)	(+ 76·4)	— 94·3	— 1·1
2·25	Wien	— 102·7	+ 13·3 [1]		
2·26	Mannheim	— 79·1	— 10·0		
2·27	Prag (Biela)	— 77·6	+ 18·3		
2·28	Prag (David)	— 103·0			

[1] Dieser Wert wurde noch nach der Gewichtsbildung durch Elimination einiger Einzelanschlüsse verbessert.

Mittelwerte aus der Zusammenziehung der Einzelanschlüsse				Provisorisches Tagesmittel für $p = 1$	
Datum	Beobachtungsort	Beobachtung — Rechnung			
		$\Delta\alpha\cos\delta$	$\Delta\delta$	$\Delta\alpha\cos\delta$	$\Delta\delta$
1824 Febr. 2·48	Altona (Meridian)		— 26″0		
2·51	Greenwich (Meridian)	— 109″1			
3·46	Altona (Meridian)	— 97·3	— 45·6	— 87″6	— 33″0
3·47	Göttingen (Gauss)	— 77·9	— 20·4		
4·24	Prag (Hallaschka)	— 57·3	— 63·4	— 68·2	— 35·8
4·28	Wien	— 75·7	— 18·9		
4·31	Marseille	— 71·7	— 25·0		
5·27	Wien	— 72·8	— 65·1	— 78·4	— 48·3
5·41	Königsberg	— 68·6	— 37·1		
5·43	Palermo	— 93·9	— 42·7		
6·73	Marseille	— 64·4	— 37·7	— 64·4	— 37·7
7·32	Wien	— 68·5	[+ 8·0]	— 66·3	— 40·1
7·38	Nikolajew	— 64·1	— 36·6		
7·41	Göttingen (Gauss)	(— 103·2)	— 51·7		
8·28	Wien	— 66·3		— 59·3	— 40·2
8·40	Göttingen (Gauss)	— 52·3	— 40·2		
9·35	Dorpat (Meridian)	— 60·9	— 34·7	— 60·9	— 28·2
9·37	Åbo	(— 22·5)			
9·73	Marseille	(+ 16·9)	— 21·7		
10·23	Wien	— 60·0	— 47·3	— 59·7	— 47·3
10·28	Prag (David)	— 59·5	(— 88·5)		
11·39	Altona (Meridian)	— 39·8	+ 18·7	— 49·3	— 10·1
11·73	Marseille	— 58·8	— 39·0		
13·37	Altona (Meridian)	— 51·6	— 32·2	— 51·6	— 32·2
15·25	Wien	— 38·2		— 38·2	
17·25	Wien	— 44·4	— 32·2	— 44·4	— 32·2
18·27	Wien	— 37·0	— 3·0	— 37·1	— 13·0
18·28	Mannheim	— 34·9	— 23·0		
18·57	Bremen	— 39·3			
19·25	Wien	— 38·2	[+ 42·4]	— 46·6	+ 7·9
19·33	Seeberg	(— 151·2)			
19·34	Göttingen (Gauss)	— 43·3	— 31·1		
19·56	Bremen	— 58·3	+ 4·5		
20·33	München	(— 120·9)	— 33·2		— 33·2
21·27	Wien	— 46·4	— 3·4	— 51·7	— 3·4
21·56	Bremen	— 56·9	(+ 34·5)		
22·40	Mannheim	— 35·2	— 17·9	— 35·2	— 17·9
24·31	München	— 50·0	— 46·9	— 39·6	— 28·5
24·35	Nikolajew	— 38·1	— 27·5		
24·44	Mannheim	— 30·7	— 11·2		
25·37	Nikolajew	— 39·8	— 20·2	— 39·8	— 20·2
26·31	München	— 49·3	— 28·5	— 49·3	— 28·5
27·31	Göttingen (Gauss)	— 53·6	— 22·3	— 42·6	— 11·9
27·43	Mannheim	— 28·0	— 26·0		
27·44	Nikolajew	— 40·2	— 15·5		

Mittelwerte aus der Zusammenziehung der Einzelanschlüsse				Provisorisches Tagesmittel für $p = 1$	
Datum	Beobachtungsort	Beobachtung—Rechnung		$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$
		$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$		
1824 Febr. 27·53	Bremen	— 48″4	+ 16·1		
28·30	Göttingen (Gauss)	— 52·6	+ 1·9	— 44·2	— 7″3
28·45	Marseille	— 56·6	— 36·0		
28·49	Dorpat	— 38·6	— 41·6 [1]		
28·51	Bremen	— 33·0	— 3·3		
28·55	Åbo	— 40·6	+ 2·4		
28·58	Petersburg	— 44·1	[+ 32·8]		
29·32	Nikolajew	— 41·1	— 20·8	— 27·6	— 5·2
29·41	Prag (David)	— 3·6	(— 58·1)		
29·51	Prag (Biela)	— 38·7	(+ 48·0)		
29·54	Marseille	— 27·0	+ 10·0		
März 1·34	Nikolajew	— 35·6	— 14·4	— 35·6	— 14·4
2·29	Göttingen (Gauss)	— 5·5	— 18·7	— 27·3	— 3·8
2·35	Nikolajew	— 44·1	+ 8·5		
2·39	Prag (David)	(— 102·9)	+ 13·3		
2·42	Dorpat	— 32·3	— 18·1		
3·39	Prag (David)	— 35·0		— 35·0	
4·34	Nikolajew	— 35·7	— 17·2	— 42·6	— 14·5
4·38	Prag (David)	— 55·3			
4·43	Mannheim	— 31·2	— 11·6		
4·46	Dorpat	— 48·3	— 14·8		
5·49	Bremen	— 32·3	(+ 68·6)	— 32·3	
6·40	Nikolajew	— 30·1	— 11·3	— 30·1	— 11·3
6·51	Marseille	— 23·3	— 12·1		
7·39	Prag (David)	— 38·7	+ 7·1	— 38·7	+ 7·1
17·30	Nikolajew	— 28·0	+ 3·8	— 28·0	+ 3·8
18·27	Nikolajew	— 24·2	— 13·9	— 24·2	— 13·9
19·34	Nikolajew	— 9·6	+ 4·1	— 31·2	+ 4·1
19·46	Bremen	— 52·9	(+ 44·8)		
20·29	Nikolajew	— 22·5	+ 3·8	— 22·5	— 3·8
21·27	Nikolajew	— 15·3	— 8·5	— 15·3	— 8·5
22·27	Nikolajew	— 10·2	— 2·4	— 10·2	— 2·4
28·33	Petersburg	— 2·6	— 5·1	— 2·6	— 5·1
31·38	Nikolajew	— 6·9	+ 4·2	— 6·9	+ 4·2

[1] Dieser Wert konnte nach der Gewichtsbildung noch verbessert werden.

Diese in obiger Tabelle gebildeten provisorischen Tagesmittel wurden nun zur Konstruktion einer Kurve des täglichen Differenzenganges verwendet und mit dieser Kurve hierauf die aus den einzelnen Beobachtungen gezogenen Differenzenwerte verglichen. Auf diese Weise war jetzt die Bestimmung der wahrscheinlichen Fehler, sowie des Gewichtes jeder einzelnen Beobachtungsreihe nach den bekannten Formeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung:

$$r = \pm 0 \cdot 8453 \frac{[+v]}{\sqrt{m(m-1)}}$$

$$c = \frac{r_1 + r_2 + _3 + \ldots . r_m}{m}$$

$$p = \frac{c^2}{r^2}$$

leicht möglich und haben sich für dieselben die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Beträge ergeben:

Wahrscheinliche Fehler und Gewichte								
Beobachtungsreihe	wahrscheinlicher Fehler		berechnetes Gewicht		abgerundetes Gewicht		Zahl der Beobachtungen	
	α	δ	α	δ	α	δ	α	δ
Åbo	± 16"7	± 11"6	0·4	0·9	1	2	5	4
Altona	10·7	18·4	1·0	0·3	2	1	6	7
Bremen	9·5	15·6	1·3	0·5	3	1	9	5
Dorpat	3·5	5·5	9·3	3·8	20	8	6	5
Göttingen (Harding)	(4·6)	—	(5·4)	—	10	—	1	0
Göttingen (Gauss)	13·2	8·4	0·7	1·6	2	3	6	8
Greenwich	8·4	10·7	1·6	1·0	3	2	7	9
Greenwich (Meridian)	17·7	—	0·4	0	1	0	8	1
Königsberg	(5·4)	(3·9)	(3·9)	(7·5)	8	5	1	1
Mannheim	6·2	6·0	2·9	3·2	6	6	13	12
Marseille	7·2	7·6	2·2	1·9	4	4	22	23
München	6·4	17·4	2·7	0·4	5	1	5	6
Nicolajew	5·7	7·5	3·4	2·0	7	4	22	21
Palermo	7·3	4·2	2·2	6·5	4	13	9	9
Paris	11·1	12·7	1·0	0·7	2	1	5	5
Paris (Meridian)	—	(28·0)	—	0·1	—	0	0	1
Petersburg	(7·8)	(22·6)	(1·9)	(0·2)	4	0/1	2	2
Prag (Biela)	7·1	(39·6)	2·2	0·07	4	0	5	3
Prag (David)	12·9	21·8	0·7	0·2	1	0	10	5
Prag (Hallaschka)	16·4	(31·8)	0·5	(0·1)	1	0	4	2
Seeberg	(6·9)	(17·4)	(2·4)	(0·4)	5	1	3	3
Wien	5·2	18·5	4·2	0·3	8	1	13	9

Die in dieser Tabelle eingeklammerten Werte sind solche, wo die Zahl der Beobachtungen zur mathematischen Bestimmung der Fehler und Gewichte nicht ausreichte und die gegebenen Zahlen daher aus der Übereinstimmung mit der Differenzenkurve geschätzt worden sind. Gleichzeitig sind in der Zusammenstellung die in der späteren Rechnung verwendeten, abgerundeten Gewichtszahlen einbezogen und sei erwähnt, daß dieselben durchwegs durch Erhöhung des berechneten Wertes auf das Doppelte und Abrundung auf ganze Zahlen erhalten sind. Rechnet man jetzt die definitiven Tagesmittel unter Berücksichtigung der erhaltenen Gewichtsbestimmungen, so erhält man nun folgende Werte und Gewichte.

Tagesmittel

Datum und Zeit	Korrektion der Ephemeride		Gewicht	
	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$	α	δ
1823 Dez. 30·77	− 39″2	+ 86″3	2	1
1824 Jän. 1·69	− 49·4	+ 57·4	10	3
2·77	− 55·4	+ 78·9	3	2
3·75	− 40·4	+ 53·0	6	6
4·69	− 51·0	+ 53·6	9	7
5·71	− 48·1	+ 59·6	41	16
6·68	− 42·8	+ 66·5	29	9
8·73	− 42·4	+ 69·3	4	4
9·71	− 45·1	+ 69·6	10	19
10·70	− 41·3	+ 67·4	9	14
1824 Jän. 11·68	− 46·1	+ 85·4	13	21
12·72	− 47·5	+ 85·1	17	25
13·70	− 44·3	+ 93·1	4	4
14·66	− 45·7	+ 85·8	9	6
15·53	− 49·5	+ 87·4	33	13
16·48	− 44·8		2	
17·68	− 56·0	+ 87·8	11	4
18·58	− 46·2	+ 91·5	4	6
19·59	− 57·6	+ 76·8	14	10
1824 Jän. 20·25	− 55·9	+ 87·0	21	10
21·47	− 75·0	+ 91·2	4	13
22·32	− 61·1		5	
23·50	− 63·1	+ 87·3	8	15
24·38	− 74·5	+ 83·1	12	19
25·30	− 85·5	+ 96·0	6	5
26·54	− 83·0	+ 79·5	18	9
27·46	− 89·4	+ 69·2	17	18
28·43	− 91·3	+ 56·9	9	2
29·24	− 84·4	+ 66·0	1	2
30·50	− 92·7	+ 12·8	7	15
31·51	− 98·1	− 1·6	16	14
1824 Febr. 1·45	− 95·6	− 15·6	5	4
2·33	− 90·9	− 10·4	20	8
3·47	− 87·6	− 26·7	4	4
4·28	− 73·1	− 23·8	13	5
5·37	− 75·3	− 40·6	20	29
6·73	− 64·4	− 37·7	4	4
7·37	− 66·4	− 43·1	15	7
8·34	− 63·5	− 40·2	10	3

Datum und Zeit	Korrektion der Ephemeride		Gewicht	
	$\Delta\alpha \cos\delta$	$\Delta\delta$	α	δ
1824 Febr. 9·48	− 60″9	− 30″4	20	12
10·25	− 59·9	− 47·3	9	1
11·56	− 52·5	− 27·5	6	5
13·37	− 51·6	− 32·2	2	1
15·25	− 38·2		8	
17·25	− 44·4	− 32·2	8	1
18·37	− 36·7	− 20·1	17	7
1824 Febr. 19·38	− 43·6	− 22·2	13	4
20·33		− 33·2		1
21·41	− 49·3	− 3·4	11	1
22·40	− 35·2	− 17·9	6	6
24·37	− 38·9	− 20·4	18	11
25·37	− 39·8	− 20·2	7	4
26·31	− 49·3	− 28·5	5	1
27·43	− 39·0	− 19·2	18	14
28·48	− 41·8	− 23·8	34	18
1824 Febr. 29·45	− 34·6	− 5·3	16	8
März 1·34	− 35·6	− 14·4	7	4
2·35	− 33·3	− 11·1	29	15
3·39	− 35·0		1	
1824 März 4·40	− 42·9	− 14·3	34	18
5·49	− 32·3		3	
6·45	− 27·6	− 11·7	11	8
7·39	− 38·7		1	
1824 März 17·30	− 28·0	+ 3·8	7	4
18·27	− 24·2	− 13·9	7	4
19·40	− 22·6	+ 4·1	10	4
20·29	− 22·5	− 3·8	7	4
21·27	− 15·3	− 8·5	7	4
22·27	− 10·2	− 2·4	7	4
28·33	− 2·6	− 5·1	4	1
31·38	− 6·9	+ 4·2	7	4

Es sind hier bereits diejenigen Beobachtungen, die zu einem Normalort zusammengefaßt wurden, durch Unterteilung kenntlich gemacht. Überblickt man den obigen Differenzengang, so ergibt sich, daß die in die Zeit Jänner 20. bis Jänner 31. fallenden Korrektionen eine merkliche Krümmung der Differenzenkurve sowohl in Rektaszension als um so mehr in Deklination bedingen. Das gleiche findet in Deklination für die weiteren Tagesmittel bis Februar 8. statt. Es war daher nötig die Korrektionen der Ephemeride im dritten Normalort für A. R. und D, und im vierten Normalort für D allein unter Berücksichtigung der zweiten Potenz der Zeit, also nach der Formel

$$\Delta = a + b\,(t-T) + c\,(t-T)^2$$

für jedes Tagesmittel zu bestimmen. Es ergaben sich nun unter gleichzeitiger Annahme eines linearen Ganges für alle übrigen Tagesmittel folgende Fehler der Ephemeride für die Zeiten der acht oben bereits angedeuteten Normalörter:

Normalort	Zusammengefaßt wurden die Beobachtungen	Ungefähres Zeitmittel	Korrektion der Ephemeride			Berechnetes Gewicht		Verwendetes Gewicht	
			$\Delta\alpha\cos\delta$	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$	α	δ	α	δ
I	1823 Dez. 30.—1824 Jän. 10.	1824 Jän. 5·5	— 45"9	— 48"8	+ 64"2	123	81	12	8
II	1824 Jän. 11.—1824 Jän. 19.	Jän. 15·5	— 50·7	— 68·1	+ 85·5	105	89	10	9
III	1824 Jän. 20.—1824 Jän. 31.	Jän. 25·5	— 72·8	— 197·6	+ 69·0	124	112	12	11
IV	1824 Febr. 1.—1824 Febr. 8.	Febr. 4·5	— 76·8	— 202·5	— 36·0	91	64	9	6
V	1824 Febr. 9.—1824 Febr. 18.	Febr. 13·5	— 49·4	— 86·0	— 27·9	70	27	7	3
VI	1824 Febr. 19.—1824 Febr. 28.	Febr. 26·5	— 40·9	— 56·2	— 21·1	102	60	10	6
VII	1824 Febr. 29.—1824 März 7.	März 3·5	— 36·3	— 47·3	— 11·6	105	53	10	5
VIII	1824 März 17.—1824 März 31.	März 22·5	— 17·6	— 21·0	— 21·5	56	29	6	3

Es mag hier am Platze sein, den für die Normalörter verwendeten Gewichtszahlen einige Worte zu widmen. Es besteht allgemein der Usus, die berechneten Gewichte in der weiteren Rechnung abzurunden und zu verkleinern, und da für die schließliche Darstellung nicht die Gewichtszahlen selbst, sondern nur ihr Verhältnis zueinander maßgebend ist, kann gegen diesen Vorgang so lange nichts eingewendet werden, als dieses Verhältnis durch die Abrundung keine allzugroße Änderung erfährt. Geht man aber in der Abrundung zu weit, so wird das Letztere wohl unvermeidlich und hierdurch in vielen Fällen gerade diejenige persönliche Einflußnahme des Rechners, die durch Bildung der Gewichte auf rein mathematischer Grundlage hätte eliminiert werden sollen, wenigstens teilweise wieder in die Rechnung eingeführt. Da es sich überdies lediglich um die Ausführung einiger einfacher Multiplikationen handelt, wird es sich daher empfehlen, die berechneten Gewichtszahlen möglichst wenig in ihrem Verhältnis zu ändern und sich dabei lediglich von folgenden Erwägungen leiten zu lassen.

Als endgültige Probe für die Richtigkeit der Ausgleichungsrechnung muß nach den Prinzipien der Methode der kleinsten Quadrate die Gleichung

$$[vvp] = [nn]_6 \times N^2 \qquad a)$$

erfüllt sein, in welcher p das jeweilige Gewicht und N die zur Homogenisierung verwendete Fehlereinheit bezeichnen. Sei nun irgend ein v-Wert, also v_n, durch die Abrundung auf Zehntelsekunden um einen geringen Betrag $\pm\Delta v_n$ entstellt, so wird die linke Seite dieser Gleichung, also die Fehlerquadratsumme, hierdurch um die Größe

$$\Delta[vvp] = (v_n \pm \Delta v_n)^2 p_n - v_n^2\, p_n = p\,\Delta v_n\,(\Delta v_n \pm 2\,v_n) \qquad b)$$

geändert und man erkennt, daß diese Änderung umso größer ausfallen wird, je größer das verwendete Gewicht p_n und je größer v_n, also je weniger schön die Darstellung des betreffenden Normalortes ist.

Seien nun m Normalörter, also $2m$ Gleichungen vorhanden, so wird, wenn man die doppelten Vorzeichen von v und Δv kombiniert und bedenkt, daß in der Fehlerquadratsumme das doppelte Vorzeichen verschwindet, nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung eine Vergrößerung von $[vv]$ ebenso oft wie eine Verkleinerung, also m mal eintreten, wenn angenommen wird, daß ein derartiger Abrundungsfehler in jedem Ort begangen worden sei. Theoretisch würde dies bei durchwegs gleichen v und p für jeden Normalort die völlige Erfüllung der Probegleichung *a)* bedeuten. Macht man aber die sehr ungünstige Annahme, daß nur eine Vergrößerung oder nur eine Verkleinerung stattgefunden habe, so wird die rechte Seite von Gleichung *b)* mit m zu multiplizieren sein und die so entstehende

$$\Delta[vvp] = mp\,\Delta v\,(\Delta v \pm 2v) \qquad c)$$

Gleichung *c)* bei Annahme bestimmter Werte für $\Delta[vvp]$, Δv und bei Einführung des höchsten zu erwartenden Wertes für v, einen Schluß darauf zulassen, wie hoch man durchschnittlich p wählen darf, ohne die Probegleichung *a)* voraussichtlich um mehr als $\Delta[vvp]$ unerfüllt zu lassen.

Erklärt man also eine Nichtübereinstimmung in *a)* von $\Delta[vvp] = \pm 25''$ für zulässig und setzt man als höchsten zulässigen Fehler in der endgültigen Darstellung $v = \pm 5''$, ein Betrag, der für Kometen wohl meist zutreffen dürfte, so erhält man für den Abrundungsfehler von

$$\Delta v = \pm 0''05$$

durch Einsetzen in *c)* unter Rücksichtnahme darauf, daß nur solche Vorzeichen von $\Delta[vvp]$ kombiniert werden dürfen, welche p notwendig positiv machen, und daß die Zweideutigkeit im Zeichen von Δv schon in *c)* enthalten ist, aus *c)* für beide Vorzeichen nahezu gleich

$$p = \frac{50}{m} \qquad d)$$

In unserem Falle ergibt sich, da $m = 8$, als Mittelwert für die zur Verwendung unter obigen Annahmen geeigneten Gewichte $p = 6 \cdot 3$, während der Durchschnitt der tatsächlich eingeführten Gewichte zirka $p = 8$, also nur um ein geringes erhöht erscheint.

Weiter unten ergeben sich aus den elliptischen Elementen folgende Werte:

$$[vvp] = 3265'', \quad [nn]_6 \times N^2 = 3280''$$

Nun bleiben in der Darstellung des VIII. Normalortes $+16''8$ übrig. Rechnet man nach *b)* den Einfluß, den eine Änderung von $+0''1$ in diesem Ort auf die Fehlerquadratsumme hervorrufen würde, ein Betrag, dessen Annahme bei seiner Geringfügigkeit gewiß gestattet ist, so ergibt sich

$$\Delta[vvp] = +20''2.$$

Selbst dieser kleine Fehler ist also schon zu groß, da er die früher etwas zu kleine Fehlerquadratsumme bereits wieder größer macht, als sie nach der Ausgleichungsrechnung sein sollte. Es wäre lediglich eine mehrstellige Rechnung, die auch auf die Hundertel der Bogensekunde Rücksicht nimmt, imstande gewesen, beide Fehlerprodukte zur Übereinstimmung zu bringen und erscheint daher der Beweis als erbracht, daß die Nichtübereinstimmung nur eine scheinbare und in den Rechnungsgrundlagen bedingte ist. Sie ist übrigens lediglich durch die schlechte Darstellung dieses letzten Normalortes hervorgerufen.

VII. Störungen und Bildung der Normalörter.

Bei der nach Encke's Methode vorgenommenen Störungsrechnung wurden zuerst Venus, Erde, Mars, Jupiter und Saturn berücksichtigt, Mars jedoch gleich am Beginne der Rechnung wieder eliminiert, da sich sein Einfluß als unmerklich erwies. Die Rechnung ergab in Einheiten der 7. Dezimale folgende Beträge für die Störungen in den äquatorealen Koordinaten:

Oskulation: 1824 Februar 15·0					
Datum	ξ	η	ζ	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$
1824 Jän. 1.	+ 39	+ 60	− 25	+ 0"5	− 0"2
11.	+ 24	+ 38	− 14	+ 0·2	+ 0·2
21.	+ 12	+ 20	− 4	− 0·3	+ 0·7
31.	+ 4	+ 8	− 1	− 1·0	+ 0·1
Febr. 10.	+ 0	+ 1	− 0	− 0·0	+ 0·0
20.	+ 0	+ 1	− 0	− 0·0	− 0·0
März 1.	+ 4	+ 10	+ 1	− 0·1	− 0·1
11.	+ 12	+ 29	+ 3	− 0·3	− 0·2
21.	+ 24	+ 62	+ 9	− 0·5	− 0·3
31.	+ 39	+ 111	+ 19	− 0·7	− 0·3

Das etwas stärkere Anwachsen der Störungswerte gegen Ende Jänner erklärt sich aus der schon in der Ephemeride ersichtlichen größeren Annäherung an die Erde. Die Geringfügigkeit dieser Beträge steht offenbar in gar keinem Verhältnis zur Ungenauigkeit der Beobachtungen selbst, so daß ihre Rechnung hätte füglich unterbleiben können. Doch war bei der eigentümlichen Bahnlage des Kometen im Voraus nicht gut abzuschätzen, welchen Einfluß die großen Planeten ausgeübt haben, so daß eine Unterlassung der Rechnung leicht hätte Zweifel entstehen lassen können. Die Werte wurden übrigens bei ihrer Kleinheit in der weiteren Rechnung nicht berücksichtigt.

Die Bildung der Normalörter stellt sich jetzt folgendermaßen:

Normalort:	I.	II.	III.	IV.
Datum:	1824 Jän. 5·5	1824 Jän. 15·5	1824 Jän. 25·5	1824 Febr. 4·5
AR 1824·0	250° 4' 39"4	241° 26' 11"4	208° 44' 9"6	126° 19' 46"5
Korrektion der Ephemeride	−48·8	−1 8·1	− 3 17·8	− 3 22·5
AR:	250° 3' 50"6	241° 25' 3"3	208° 40' 51"8	126° 16' 24"0
D 1824·0	+ 21° 2' 30"6	+ 41° 56' 50"5	+ 68° 23' 50"0	+ 67° 43' 6"3
Korrektion der Ephemeride	+ 1 4·2	+ 1 25·5	+ 1 9·0	− 36·0
D.	+ 21° 3' 34"8	+ 41° 58' 16"0	+ 68° 24' 59"0	+ 67° 42' 30"3
Normalort:	V.	VI.	VII.	VIII.
Datum	1824 Febr. 13·5	1824 Febr. 26·5	1824 März 3·5	1824 März 22·5
AR 1824·0	106° 1' 46"5	99° 35' 53"9	98° 55' 41"3	99° 55' 21"6
Korrektion der Ephemeride	− 1 26·0	− 56·2	− 47·3	− 21·0
AR:	106° 0' 20"5	99° 34' 57"7	98° 54' 54"0	99° 55' 0"6
D 1824·0	+ 54° 55' 52"6	+ 43° 19' 54"7	+ 39° 55' 19"1	+ 33° 7' 31"7
Korrektion der Ephemeride	− 27·9	− 21·1	− 11·6	− 2·5
D.	+ 54° 55' 24"7	+ 43° 19' 33"6	+ 39° 55' 7"5	+ 33° 7' 29"2

VIII. Bahnverbesserung.

Die Bahnverbesserung wurde nach der strengen Methode der kleinsten Quadrate vorgenommen und hierbei nach dem Vorgange Schönfeld's statt der Elemente $\Delta\omega$, $\Delta\Omega$ und Δi die Inkremente $\Delta\varkappa$, $\Delta\lambda$ und Δr eingeführt, welche die Änderungen um eine Normale zur Bahnebene, eine Parallele zur kleinen Achse und um die große Achse der Bahn darstellen. Diese Größen hängen nach den von Schönfeld in A.N., Bd. 112, Nr. 2693—2695 gegebenen Formeln folgendermaßen von den Änderungen der Bahnelemente ab:

$$
\begin{aligned}
d\varkappa &= d\omega + \cos i\, d\Omega \\
d\lambda &= \sin\,\omega\, di - \cos\omega \sin i\, d\Omega \\
dr &= \cos\,\omega\, di + \sin\,\omega \sin i\, d\Omega
\end{aligned}
$$

so daß sie leicht vice versa aus einander bestimmt werden können

Sind also die bisher benützen Ausgangselemente in Bezug auf den Äquator als Fundamentalebene:

$$
\begin{aligned}
T &= 1823 \text{ Dezember } 9\cdot44697 \text{ mittl. Zeit Greenwich} \\
\left.\begin{aligned}
\omega' &= 6^\circ\ 48'\ 26''60 \\
\Omega' &= 295\ \ 39\ \ 55\cdot44 \\
i' &= 115\ \ 26\ \ 55\cdot60
\end{aligned}\right\} & \text{ mittl. Äquin. } 1824\cdot0 \\
\log q &= 9\cdot355\ \ 3041,
\end{aligned}
$$

so ergeben sich daraus und aus den oben gebildeten Normalörtern nach Schönfeld's Formeln folgende 16 Bedingungsgleichungen, von denen die Gleichungen 1)—8) den Rektaszensionen, 9)—16) den Deklinationen der acht Normalörter entsprechen. Die Koeffizienton sind im Folgenden überall dort, wo nicht das Gegenteil betont ist, logarithmisch zu verstehen.

Bedingungsgleichungen:

1)	$11\cdot66181_n =$	$9\cdot72115_n\, d\varkappa$	$+ 13\cdot80410\, dT$	$+ 9\cdot54208\, d\lambda$	$+ 9\cdot83979_n\, dr$	$+ 10\cdot30941\, dq$	$+ 9\cdot38513_n\, de$
2)	$11\cdot70501_n =$	$9\cdot94382_n$	$+ 13\cdot89700$	$+ 9\cdot77049$	$+ 9\cdot93439_n$	$+ 10\cdot48699$	$+ 9\cdot68650_n$
3)	$11\cdot86213_n =$	$10\cdot23301_n$	$+ 13\cdot94157$	$+ 8\cdot88578$	$+ 8\cdot96914_n$	$+ 10\cdot69242$	$+ 9\cdot46252_n$
4)	$11\cdot88536_n =$	$10\cdot02333_n$	$+ 12\cdot58940$	$+ 10\cdot16163_n$	$+ 10\cdot18857$	$+ 10\cdot31861$	$+ 10\cdot03885$
5)	$11\cdot69373_n =$	$9\cdot67625_n$	$+ 13\cdot13619_n$	$+ 10\cdot11067_n$	$+ 10\cdot09836$	$+ 9\cdot76544$	$+ 10\cdot05834$
6)	$11\cdot61172_n =$	$9\cdot46994_n$	$+ 13\cdot07869_n$	$+ 10\cdot01993_n$	$+ 9\cdot96280$	$+ 9\cdot36285$	$+ 10\cdot01868$
7)	$11\cdot55991_n =$	$9\cdot43530_n$	$+ 13\cdot01366_n$	$+ 9\cdot98699_n$	$+ 9\cdot91253$	$+ 9\cdot31491$	$+ 10\cdot00174$
8)	$11\cdot24551_n =$	$9\cdot41277_n$	$+ 12\cdot79367_n$	$+ 9\cdot91157_n$	$+ 9\cdot79156$	$+ 9\cdot35871$	$+ 9\cdot95922$
9)	$11\cdot80754 =$	$9\cdot37880_n\, d\varkappa$	$+ 13\cdot64382_n\, dT$	$+ 9\cdot54282\, d\lambda$	$+ 9\cdot84053_n\, dr$	$+ 9\cdot36013\, dq$	$+ 9\cdot81781\, de$
10)	$11\cdot93197 =$	$7\cdot99158$	$+ 13\cdot68620_n$	$+ 9\cdot95644$	$+ 10\cdot12033_n$	$+ 9\cdot81586_n$	$+ 9\cdot90469$
11)	$11\cdot83885 =$	$9\cdot31964$	$+ 13\cdot36510_n$	$+ 10\cdot20719$	$+ 10\cdot29070_n$	$+ 9\cdot67253_n$	$+ 9\cdot21922_n$
12)	$11\cdot55630_n =$	$10\cdot27579_n$	$+ 13\cdot74189$	$+ 9\cdot71427$	$+ 9\cdot74121_n$	$+ 10\cdot66140$	$+ 9\cdot59095$
13)	$11\cdot44560_n =$	$10\cdot28291_n$	$+ 13\cdot49566$	$+ 9\cdot25084$	$+ 9\cdot23853_n$	$+ 10\cdot60715$	$+ 10\cdot03471$
14)	$11\cdot32428_n =$	$10\cdot19750_n$	$+ 13\cdot17971$	$+ 9\cdot23068$	$+ 9\cdot17355_n$	$+ 10\cdot46892$	$+ 10\cdot10421$
15)	$11\cdot06446_n =$	$10\cdot15898_n$	$+ 13\cdot06430$	$+ 9\cdot26120$	$+ 9\cdot18674_n$	$+ 10\cdot42234$	$+ 10\cdot10247$
16)	$11\cdot39794_n =$	$10\cdot05949_n$	$+ 12\cdot79022$	$+ 9\cdot32653$	$+ 9\cdot20652_n$	$+ 10\cdot26866$	$+ 10\cdot07311$

Multipliziert man diese Bedingungsgleichungen mit den Quadratwurzeln aus den oben für die Normalörter gegebenen abgerundeten Gewichten und setzt man dann zur Homogenisierung:

$$
\begin{aligned}
\text{Fehlereinheit } N &= 2{\cdot}40909\\
A &= 0{\cdot}77260\, d\varkappa\\
B &= 4{\cdot}48116\, dT\\
C &= 0{\cdot}72788\, d\lambda\\
D &= 0{\cdot}81139\, dr\\
E &= 1{\cdot}23201\, dq\\
F &= 0{\cdot}51868\, de
\end{aligned}
$$

so erhält man folgende homogene und der weiteren Rechnung zugrunde zu legenden Bedingungsgleichungen:

		A	B	C	D	E	F
$9{\cdot}79231_n$	=	$9{\cdot}48814_n\,A$	$+\,9{\cdot}86253\,B$	$+\,9{\cdot}35379\,C$	$+\,9{\cdot}56799_n\,D$	$+\,9{\cdot}61699\,E$	$+\,9{\cdot}40604_n\,F$
$9{\cdot}79592_n$	=	$9{\cdot}67122_n$	$+\,9{\cdot}91584$	$+\,9{\cdot}54261$	$+\,9{\cdot}62300_n$	$+\,9{\cdot}75498$	$+\,9{\cdot}66782_n$
$9{\cdot}99263_n$	=	$0{\cdot}00000_n$	$+\,0{\cdot}00000$	$+\,8{\cdot}69749$	$+\,8{\cdot}69734_n$	$+\,0{\cdot}00000$	$+\,9{\cdot}48343_n$
$9{\cdot}95339_n$	=	$9{\cdot}72785_n$	$+\,8{\cdot}58536$	$+\,9{\cdot}91087_n$	$+\,9{\cdot}85430$	$+\,9{\cdot}56372$	$+\,9{\cdot}99720$
$9{\cdot}70719_n$	=	$9{\cdot}32620_n$	$+\,9{\cdot}07758_n$	$+\,9{\cdot}80534_n$	$+\,9{\cdot}70952$	$+\,8{\cdot}95598$	$+\,9{\cdot}96221$
$9{\cdot}70263_n$	=	$9{\cdot}19734_n$	$+\,9{\cdot}09753_n$	$+\,9{\cdot}79205_n$	$+\,9{\cdot}65141$	$+\,8{\cdot}63084$	$+\,0{\cdot}00000$
$9{\cdot}65082_n$	=	$9{\cdot}16270_n$	$+\,9{\cdot}03250_n$	$+\,9{\cdot}75911_n$	$+\,9{\cdot}60114$	$+\,8{\cdot}58290$	$+\,9{\cdot}98306$
$9{\cdot}22549_n$	=	$9{\cdot}02924_n$	$+\,8{\cdot}70158_n$	$+\,9{\cdot}57276_n$	$+\,9{\cdot}36924$	$+\,8{\cdot}51577$	$+\,9{\cdot}82961$
$9{\cdot}85000$	=	$9{\cdot}05775_n\,A$	$+\,9{\cdot}61421_n\,B$	$+\,9{\cdot}26649\,C$	$+\,9{\cdot}48069_n\,D$	$+\,8{\cdot}57967\,E$	$+\,9{\cdot}75068\,F$
$0{\cdot}00000$	=	$7{\cdot}69610$	$+\,9{\cdot}68216_n$	$+\,9{\cdot}70568$	$+\,9{\cdot}78606_n$	$+\,9{\cdot}06097_n$	$+\,9{\cdot}86313$
$9{\cdot}95045$	=	$9{\cdot}06773$	$+\,8{\cdot}40463_n$	$+\,0{\cdot}00000$	$+\,0{\cdot}00000_n$	$+\,8{\cdot}96121_n$	$+\,9{\cdot}22123_n$
$9{\cdot}53628_n$	=	$9{\cdot}89226_n$	$+\,9{\cdot}64980$	$+\,9{\cdot}37546$	$+\,9{\cdot}31889_n$	$+\,9{\cdot}81846$	$+\,9{\cdot}46134$
$9{\cdot}27507_n$	=	$9{\cdot}74887_n$	$+\,9{\cdot}25306$	$+\,8{\cdot}76152$	$+\,8{\cdot}66570_n$	$+\,9{\cdot}61370$	$+\,9{\cdot}75459$
$9{\cdot}30426_n$	=	$9{\cdot}81397_n$	$+\,9{\cdot}08762$	$+\,8{\cdot}89187$	$+\,8{\cdot}75123_n$	$+\,9{\cdot}62598$	$+\,9{\cdot}97460$
$9{\cdot}00485_n$	=	$9{\cdot}73586_n$	$+\,8{\cdot}93262$	$+\,8{\cdot}88280$	$+\,8{\cdot}72483_n$	$+\,9{\cdot}53981$	$+\,9{\cdot}93327$
$9{\cdot}22741_n$	=	$9{\cdot}52545_n$	$+\,8{\cdot}54762$	$+\,8{\cdot}83721$	$+\,8{\cdot}63369_n$	$+\,9{\cdot}27521$	$+\,9{\cdot}79299$

Bildet man jetzt die Normalgleichungen, so erhält man:

Normalgleichungen (Koeffizienten numerisch)

A	B	C	D	E	F		
$+\,3{\cdot}48603\,A$	$-\,2{\cdot}11047\,B$	$+\,0{\cdot}27406\,C$	$-\,0{\cdot}10053\,D$	$-\,2{\cdot}91185\,E$	$-\,2{\cdot}40813\,F$	=	$+\,2{\cdot}86282$
$-\,2{\cdot}11047$	$+\,2{\cdot}91143$	$+\,0{\cdot}49426$	$-\,0{\cdot}48029$	$+\,2{\cdot}26005$	$-\,1{\cdot}34430$	=	$-\,2{\cdot}82503$
$+\,0{\cdot}27406$	$+\,0{\cdot}49426$	$+\,3{\cdot}46820$	$-\,3{\cdot}16603$	$+\,0{\cdot}03455$	$-\,2{\cdot}46302$	=	$+\,2{\cdot}68547$
$-\,0{\cdot}10053$	$-\,0{\cdot}48029$	$-\,3{\cdot}16603$	$+\,3{\cdot}02228$	$-\,0{\cdot}14744$	$+\,1{\cdot}81313$	=	$-\,2{\cdot}41959$
$-\,2{\cdot}91185$	$+\,2{\cdot}26005$	$+\,0{\cdot}03455$	$-\,0{\cdot}14744$	$+\,2{\cdot}60114$	$+\,1{\cdot}06335$	=	$-\,2{\cdot}64003$
$-\,2{\cdot}40813$	$-\,1{\cdot}34430$	$-\,2{\cdot}46302$	$+\,1{\cdot}81313$	$+\,1{\cdot}06335$	$+\,7{\cdot}87773$	=	$-\,1{\cdot}26802$

und daraus die Eliminationsgleichungen:

Eliminationsgleichungen (Koeffizienten logarithmisch)

A	B	C	D	E	F		
$0{\cdot}54233\,A$	$+\,0{\cdot}32438_n\,B$	$+\,9{\cdot}43785\,C$	$+\,9{\cdot}00230_n\,D$	$+\,0{\cdot}46417_n\,E$	$+\,0{\cdot}38168_n\,F$	=	$0{\cdot}45679$
	$0{\cdot}21318$	$+\,9{\cdot}81966$	$+\,9{\cdot}73332_n$	$+\,9{\cdot}69651$	$+\,0{\cdot}44750_n$	=	$0{\cdot}03817_n$
		$0{\cdot}50241$	$+\,0{\cdot}46827_n$	$+\,8{\cdot}79637$	$+\,0{\cdot}05742_n$	=	$0{\cdot}46264$
			$9{\cdot}08948$	$+\,7{\cdot}96332_n$	$+\,9{\cdot}37947_n$	=	$8{\cdot}21590_n$
				$8{\cdot}19479$	$+\,8{\cdot}95828_n$	=	$8{\cdot}40140$
					$7{\cdot}60531$	=	$7{\cdot}88366_n$

Diese Eliminationsgleichungen lassen erkennen, daß die Bestimmung der deswegen zuletzt angesetzten Unbekannten E und F besonders unsicher ausfallen wird. Entwickelt man daher aus der ersten bis vierten der Eliminationsgleichungen die Unbekannten A, B, C, D als Funktionen von E und F, so wird erhalten (logarithmisch):

$$\left.\begin{array}{l} A = 9 \cdot 11701 \;\; + 9 \cdot 81439 \;\; E + 0 \cdot 16961\, F \\ B = 0 \cdot 01343_n + 9 \cdot 47646_n \, E + 0 \cdot 17252\, F \\ C = 9 \cdot 89698 \;\; + 8 \cdot 69425 \;\; E + 0 \cdot 33472\, F \\ D = 9 \cdot 12642_n + 8 \cdot 87384 \;\; E + 0 \cdot 28999\, F \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 1)$$

und nach Einführung dieser Werte in die obigen homogenen Bedingungsgleichungen ergibt sich für die unabhängige Bestimmung von E und F jetzt folgendes Gleichungssystem:

Bedingungsgleichungen für E und F (Koeffizienten logarithmisch)

$$\left.\begin{array}{llll llll} 8 \cdot 33163_n E & + 9 \cdot 15113\, F & = 8 \cdot 74554_n; & & 8 \cdot 86469\, E & + 9 \cdot 61077_n F & = 9 \cdot 05100 \\ 7 \cdot 30103 & + 7 \cdot 40993 & = 8 \cdot 65572_n; & & 8 \cdot 06707 & + 8 \cdot 86028_n & = 8 \cdot 32077 \\ 8 \cdot 67191 & + 9 \cdot 45312_n & = 9 \cdot 12447\;; & & 8 \cdot 51799_n & + 9 \cdot 25537 & = 8 \cdot 85691_n \\ 8 \cdot 28623 & + 9 \cdot 02069_n & = 8 \cdot 70286_n; & & 8 \cdot 07335 & + 8 \cdot 96778_n & = 7 \cdot 57287 \\ 7 \cdot 72754_n & + 8 \cdot 64237 & = 8 \cdot 51468_n; & & 7 \cdot 96190_n & + 8 \cdot 60638 & = 8 \cdot 25503 \\ 8 \cdot 29270_n & + 9 \cdot 06371 & = 8 \cdot 80666_n; & & 8 \cdot 59472_n & + 9 \cdot 34412 & = 8 \cdot 77115_n \\ 8 \cdot 35908_n & + 9 \cdot 09195 & = 8 \cdot 52205_n; & & 8 \cdot 53491_n & + 9 \cdot 38400 & = 7 \cdot 94792_n \\ 8 \cdot 35965_n & + 8 \cdot 95775 & = 9 \cdot 08227\;; & & 8 \cdot 60885_n & + 9 \cdot 38475 & = 9 \cdot 17170_n \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 2)$$

Setzt man hier wieder zur Homogenisierung:

$$\begin{array}{rl} \text{Fehlereinheit } n = & 9 \cdot 17170 \\ e = & 8 \cdot 86469\, E \\ f = & 9 \cdot 61077\, F, \end{array}$$

so werden diese Gleichungen in homogener Form lauten:

Homogene Bedingungsgleichungen für E und F (Koeffizienten logarithmisch)

$$\begin{array}{llll llll} 9 \cdot 46694_n\, e & + 9 \cdot 54036\, f & = 9 \cdot 57384_n; & & 0 \cdot 00000\, e & + 0 \cdot 00000_n f & = 9 \cdot 87930 \\ 8 \cdot 43634 & + 7 \cdot 79916 & = 9 \cdot 48402_n; & & 9 \cdot 20238 & + 9 \cdot 24951_n & = 9 \cdot 14907 \\ 9 \cdot 80722 & + 9 \cdot 84235_n & = 9 \cdot 95277\;; & & 9 \cdot 65330_n & + 9 \cdot 64460 & = 9 \cdot 68521_n \\ 9 \cdot 42154 & + 9 \cdot 40992_n & = 9 \cdot 53116_n; & & 9 \cdot 20866 & + 9 \cdot 35701_n & = 8 \cdot 60895_n \\ 8 \cdot 86285_n & + 9 \cdot 03160 & = 9 \cdot 34298_n; & & 9 \cdot 09721_n & + 8 \cdot 99561 & = 8 \cdot 97795 \\ 9 \cdot 42801_n & + 9 \cdot 45294 & = 9 \cdot 63496_n; & & 9 \cdot 73003_n & + 9 \cdot 73335 & = 9 \cdot 59493_n \\ 9 \cdot 49439_n & + 9 \cdot 48118 & = 9 \cdot 35035_n; & & 9 \cdot 67022_n & + 9 \cdot 77323 & = 8 \cdot 81651 \\ 9 \cdot 49496_n & + 9 \cdot 34698 & = 9 \cdot 91057\;; & & 9 \cdot 74416_n & + 9 \cdot 77398 & = 9 \cdot 98252_n \end{array}$$

Daraus ergeben sich die Normalgleichungen (numerisch):

$$\begin{array}{r} + 2 \cdot 92519\, e - 3 \cdot 03752\, f = + 2 \cdot 31755 \\ - 3 \cdot 03752\, e + 3 \cdot 18929\, f = - 2 \cdot 53636 \end{array}$$

und unter Berücksichtigung der neuen Homogenitätsfaktoren die Eliminationsgleichungen (logarithmisch)

$$\left.\begin{array}{r} 9 \cdot 33084\, E + 0 \cdot 09329_n\, F = 9 \cdot 53673 \\ 8 \cdot 15583\, F = 8 \cdot 28491_n \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 3)$$

welche die 5. und 6. Eliminationsgleichung des ersten Gleichungssystems ersetzen sollen. Auch hier wird wieder die Bestimmung von F unsicher und ich nehme dieselbe daher neuerdings unabhängig vor. Setzt man aus der ersten der Gleichungen 3)

$$E = 0 \cdot 20589 + 0 \cdot 76245\, F \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 4)$$

und führt dies in die Gleichungen 2) ein, so erhalten dieselben die Form (logarithmisch):

$8\cdot24130\,F = 8\cdot32593_n$		$8\cdot19535\,F = 7\cdot71265$	
$8\cdot15045 = 8\cdot68547_n$		$7\cdot69548_n = 7\cdot33846$	
$8\cdot07918_n = 8\cdot76133$		$8\cdot02938_n = 8\cdot27830_n$	
$7\cdot84386 = 8\cdot91116_n$		$8\cdot38614_n = 8\cdot18412_n$	
$8\cdot11361 = 8\cdot38256_n$		$8\cdot10072_n = 8\cdot51468$	
$7\cdot35411 = 8\cdot51255_n$		$7\cdot82866_n = 7\cdot61700$	
$7\cdot94002_n = 7\cdot53908$		$8\cdot64128 = 8\cdot66445$	
$8\cdot62045_n = 9\cdot19610$		$7\cdot86864 = 8\cdot92023$	

welche wieder nach Einführung der Homogenitätsfaktoren:

$$\text{Fehlereinheit } n' = 9\cdot19610$$
$$f' = 8\cdot64128\,F$$

in ihrer Lösung die letzte Eliminationsgleichung:

$$0\cdot48387 f' = 0\cdot04778_n$$

oder

$$9\cdot12515\,F = 9\cdot24388_n \qquad \ldots\ldots\ldots 5)$$

ergeben.

Fügt man jetzt die Gleichungen 4) und 5) dem System 1) hinzu, so erhält man, wenn man die Variation nach F gleichzeitig beibehält:

$$\begin{aligned}
A &= 0\cdot07141 + 0\cdot72033\,F = 0\cdot75775_n \\
B &= 0\cdot17974_n + 9\cdot39048_n\,F = 0\cdot07541_n \\
C &= 9\cdot93866 + 0\cdot38873\,F = 0\cdot36947_n \\
D &= 8\cdot13481_n + 0\cdot37705\,F = 0\cdot49767_n \\
E &= 0\cdot20589 + 0\cdot76245\,F = 0\cdot77814_n \\
F &= \qquad\qquad\qquad\quad = 0\cdot11873_n
\end{aligned}$$

Man erhält hieraus, wenn man die zuerst eingeführten Homogenitätsfaktoren berücksichtigt logarithmisch, wobei die Charakteristik überall um 10 zu verringern und $\Delta\,e$ im Linienmaß zu nehmen ist:

$$\begin{aligned}
d\varkappa &= 11\cdot70790 + 15\cdot78084\ \Delta e = 12\cdot39424_n \\
d\lambda &= 11\cdot61987 + 15\cdot49396\ \Delta e = 12\cdot05208_n \\
dr &= 9\cdot73251_n + 15\cdot39877\ \Delta e = 12\cdot09537_n \\
\Delta T &= 8\cdot10767_n + 10\cdot74243_n\ \Delta e = 8\cdot00334_n \\
\Delta q &= 6\cdot06854 + 10\cdot04912\ \Delta e = 6\cdot64079_n \\
\Delta e &= \qquad\qquad\qquad\quad = 6\cdot69471_n
\end{aligned}$$

Verwandelt man die Größen $d\varkappa$, $d\lambda$, dr durch die Formeln

$$\begin{aligned}
d\,i' &= \cos\omega'\,dr + \sin\omega'\,d\lambda \\
\sin i\,d\,\Omega' &= \sin\omega'\,dr - \cos\omega'\,d\lambda \\
d(\Omega' + \omega') &= d\varkappa + \operatorname{tg} {i'}/2 \sin i'\,d\,\Omega' \\
d(\Omega' - \omega') &= -d\varkappa + \operatorname{cotg} {i'}/2 \sin i'\,d\,\Omega'
\end{aligned}$$

in die Inkremente der Elemente ω', Ω', i', und berücksichtigt, daß die linke Seite der obigen Variation nach $\Delta\,e$ die Parabel, die Zahlenwerte zur äußersten Rechten aber die endgiltige Bahn unter Annahme einer Korrektion der Exzentrizität darstellen, so ergeben sich, wenn man gleichzeitig dq durch die Formel

$$d\log q = \frac{\text{Mod}}{q}\,d\,q$$

in $d\log q$ überführt, folgende Korrektionen der äquatorealen Ausgangselemente:

	Parabel	Elipse
$dT =$	$-0^d\!.012841$	$-0^d\!.010077$
$d\omega' =$	$+31''\!.32$	$-3'\ 21''\!.63$
$d\Omega' =$	$-45\cdot 90$	$+1\ \ 47\cdot 63$
$di' =$	$+\ 4\cdot 40$	$-2\ \ 17\cdot 04$
$d\log q =$	$+0\cdot 000\ 2244$	$-0\cdot 000\ 8381$
$de =$		$-0\cdot 000\ 4951$

und damit die Äquatorealen Endelemente:

	Parabel		Ellipse
$T =$	1823 Dezember $9\cdot 43416$ mittl. Zt. Gr.		1823 Dezember $9\cdot 43689$ mittl. Zt. Gr.
$\omega' =$	$6°\ 48'\ 57''\!.93$	mittleres Äquinoktium $1824\cdot 0$	$6°\ 45'\ 4''\!.98$
$\Omega' =$	$295\ \ 39\ \ 9\cdot 54$	mittleres Äquinoktium $1824\cdot 0$	$295\ \ 41\ \ 43\cdot 07$
$i' =$	$115\ \ 27\ \ 0\cdot 00$	mittleres Äquinoktium $1824\cdot 0$	$115\ \ 24\ \ 38\cdot 56$
$\log q =$	$9\cdot 355\ 5285$		$9\cdot 354\ 4660$
$e =$	$1\cdot 000\ 0000$		$0\cdot 999\ 5049$

oder in Bezug auf die Ekliptik als Fundamentalebene

	Parabel		Ellipse
$\omega =$	$28°30'\ 18''\!.88$	mittleres Äquinoktium $1824\cdot 0$	$28°\ 25'\ 38''\!.76$
$\Omega =$	$303\ \ 3\ \ 13\cdot 32$	mittleres Äquinoktium $1824\cdot 0$	$303\ \ 4\ \ 32\cdot 14$
$i =$	$103\ \ 48\ \ 5\cdot 41$	mittleres Äquinoktium $1824\cdot 0$	$103\ \ 45\ \ 2\cdot 74$

Die Rechnungskontrollen werden:

$[nn]_5 = 3280''$ $\qquad$ $[vvp]$ Parabel $= 3265''$

$[nn]_6 = 2325''$ $\qquad$ $[vvp]$ Ellipse $= 2335''$

Die hier obwaitende geringe Nichtübereinstimmung ist nur eine scheinbare und in den Grundlagen der Rechnung gerechtfertigt, wie bereits oben bei Besprechung der Gewichte für die Normalörter nachgewiesen worden ist.

Führt man jetzt die oben als Funktionen von Δe entwickelten Elemente in die Bedingungsgleichungen ein, so erhält man folgende schließliche Darstellung der Normalörter durch Ellipse und Parabel:

	Parabel		Ellipse		Parabel		Ellipse
1) Normalort: $\Delta\alpha\cos\delta =$	$-\ 1''\!.5$	$-\ 0''\!.343\ .\ 10^4\Delta e$	$= +0''\!.3;$	$\Delta\delta =$	$-\ 0''\!.5$	$-\ 0''\!.378\ .\ 10^4\Delta e$	$= +\ 1''\!.3$
2) »	$-\ 4\cdot 0$	$-\ 0\cdot 304$	$= -\ 2\cdot 4;$		$+\ 0\cdot 2$	$+\ 0\cdot 113$	$= -\ 0\cdot 3$
3) »	$+\ 4\cdot 4$	$+\ 0\cdot 235$	$= +\ 3\cdot 1;$		$-\ 1\cdot 5$	$+\ 0\cdot 219$	$= -\ 2\cdot 5$
4) »	$-\ 7\cdot 0$	$-\ 0\cdot 159$	$= -\ 6\cdot 2;$		$-\ 1\cdot 6$	$+\ 0\cdot 676$	$= -\ 5\cdot 0$
5) »	$-\ 2\cdot 4$	$-\ 0\cdot 335$	$= -\ 0\cdot 7;$		$+\ 4\cdot 9$	$+\ 0\cdot 504$	$= +\ 2\cdot 3$
6) »	$-\ 2\cdot 7$	$-\ 0\cdot 047$	$= -\ 2\cdot 4,$		$+\ 0\cdot 5$	$+\ 0\cdot 188$	$= -\ 0\cdot 4$
7) »	$+\ 0\cdot 3$	$+\ 0\cdot 183$	$= -\ 0\cdot 7;$		$+\ 5\cdot 4$	$-\ 1\cdot 335$	$= +11\cdot 9$
8) »	$+16\cdot 8$	$+\ 1\cdot 661$	$= +\ 8\cdot 4;$		$+10\cdot 2$	$-\ 0\cdot 291$	$= +11\cdot 5$

Variiert man in diesen Gleichungen, in welchen Δe in Einheiten der vierten Dezimale zu nehmen ist, die Exzentrizität e, so erhält man folgende übrigbleibende Fehlerquadratsummen:

e	$[vv]$
$e = 1\cdot 0002$	$[vv] = 663''$
$1\cdot 0000$	548 (wahrscheinlichste Parabel)
$0\cdot 9998$	465
$0\cdot 9996$	449
$0\cdot 999505$	440 (wahrscheinlichste Ellipse von der Umlaufszeit $=$ 9764 Jahre)
$0\cdot 9994$	470

Man sieht hieraus, daß man die Umlaufszeit innerhalb ziemlich weit gezogener Grenzen wird variieren können, ohne mit den Beobachtungen wesentlich in Konflikt zu geraten und kann daher schließen, daß die Parabel als endgültige definitive Bahnform angenommen werden kann.

Es würde nun erübrigen, die endgültige Darstellung durch Nachrechnung mit den gefundenen parabolischen oder elliptischen Elementen zu prüfen. Überblickt man aber die übrigbleibenden Fehler, so ergibt sich, daß die Darstellung wohl kaum eine befriedigende genannt werden kann, da in der Parabel der letzte Normalort in $\Delta\alpha\cos\delta$ und $\Delta\delta$, in der Ellipse sogar auch noch $\Delta\delta$ des vorletzten Normalortes keineswegs genügend dargestellt werden. Es erweist sich also nötig, die Ausgleichung nach Elimination des VIII. Normalortes neuerlich zu wiederholen, da hierdurch eine wesentliche Besserung erwartet werden kann. Da obige elliptische Elemente offenbar nur als Rechenresultat genommen werden können, wird überdies die erleichternde Voraussetzung, daß die definitive Bahn eine Parabel sei, gestattet sein.

Aus den eingangs gegebenen homogenen Bedingungsgleichungen ergeben sich, da auch bei Weglassung der 8. und 16. Gleichung die oben verwendeten Homogenitätsfaktoren erhalten bleiben, die Normalgleichungen nach den fünf Elementen $d\varkappa$, $d\lambda$, dr, dT und dq, respektive nach den Hilfsgrößen A, B, C, D und E:

Normalgleichungen (Koeffizienten numerisch)

$+3{\cdot}36216\,A$	$-2{\cdot}10402\,B$	$+0{\cdot}25712\,C$	$-0{\cdot}08992\,D$	$-2{\cdot}84515\,E$	$=+2{\cdot}78823$
$-2{\cdot}10402$	$+1{\cdot}59098$	$+0{\cdot}63392$	$-0{\cdot}52327$	$+0{\cdot}47459$	$=-1{\cdot}08268$
$+0{\cdot}25712$	$+0{\cdot}63392$	$+3{\cdot}05143$	$-2{\cdot}86019$	$+0{\cdot}06233$	$=+2{\cdot}85240$
$-0{\cdot}08992$	$-0{\cdot}52327$	$-2{\cdot}86019$	$+0{\cdot}11019$	$-0{\cdot}00884$	$=+0{\cdot}00466$
$-2{\cdot}84515$	$+0{\cdot}47459$	$+0{\cdot}06233$	$-0{\cdot}00884$	$+0{\cdot}01343$	$=+0{\cdot}02181$

und weiter die Eliminationsgleichungen:

Eliminationsgleichungen (Koeffizienten logarithmisch)

$0{\cdot}52662\,A$	$+\,0{\cdot}32305_n\,B$	$+\,9{\cdot}41013\,C$	$+\,8{\cdot}95386_n\,D$	$+\,0{\cdot}45410_n\,E$	$=0{\cdot}44533$
	$0{\cdot}20166$	$+\,9{\cdot}80203$	$+\,9{\cdot}71873_n$	$+\,9{\cdot}67632$	$=0{\cdot}03450_n$
		$0{\cdot}48450$	$+\,0{\cdot}45640_n$	$+\,8{\cdot}79470$	$=0{\cdot}45521$
			$9{\cdot}04214$	$+\,7{\cdot}94645_n$	$=7{\cdot}66839$
				$8{\cdot}12808$	$=8{\cdot}33866$

Auch aus diesen Gleichungen wird die Bestimmung der Unbekannten F wieder wegen Kleinheit des Koeffizienten unsicher und muß daher unabhängig durchgeführt werden. Stellt man aus ihnen wieder die Unbekannten als Funktionen von E dar, so erhält man das System (logarithmisch):

$$\left.\begin{aligned} A &= 8{\cdot}98128 + 9{\cdot}81978\,E \\ B &= 0{\cdot}02320_n + 9{\cdot}46795_n\,E \\ C &= 9{\cdot}98875 + 8{\cdot}73854\,E \\ D &= 8{\cdot}62625 + 8{\cdot}90431\,E \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 1^{*})$$

Werden diese Werte in die homogenen Bedingungsgleichungen eingeführt, so ergibt sich für die Bestimmung von F allein folgendes System von Gleichungen:

Bedingungsgleichungen für F (Koeffizienten logarithmisch).

$8{\cdot}31260_n\,E$	$=8{\cdot}41797_n$	$8{\cdot}84036\,E$	$=9{\cdot}07104$
$7{\cdot}40312$	$=8{\cdot}52179_n$	$7{\cdot}91856$	$=8{\cdot}36455$
$8{\cdot}64972$	$=9{\cdot}08289$	$8{\cdot}50893_n$	$=8{\cdot}89176_n$
$8{\cdot}16909$	$=8{\cdot}63418_n$	$7{\cdot}91434$	$=8{\cdot}31323_n$
$7{\cdot}92169_n$	$=8{\cdot}16465_n$	$8{\cdot}10278_n$	$=5{\cdot}90309_n$
$8{\cdot}35199_n$	$=8{\cdot}56194_n$	$8{\cdot}64167_n$	$=8{\cdot}92221_n$
$8{\cdot}40739_n$	$=7{\cdot}66087_n$	$8{\cdot}58081_n$	$=8{\cdot}48869_n$

welche nach Homogenisierung durch

$$\text{Fehlereinheit } n = 9\cdot08289$$
$$e = 8\cdot84036\ E$$

die Lösung:

$$0\cdot44549\ e = 0\cdot41527$$

oder:

$$E = 0\cdot21231$$

ergeben. Führt man jetzt diesen Wert in das obige System 1*), welches die Unbekannten als Funktionen von F gibt, ein, so erhält man sofort als Korrektionen der Ausgangselemente:

$$\begin{array}{rlcrl} A & = 0\cdot06910 & ; & d\varkappa & = +\ 50''768 \\ B & = 0\cdot18577_n & ; & dT & = -\ 0^d012993 \\ C & = 0\cdot02683 & ; & d\lambda & = +\ 51''055 \\ D & = 9\cdot23827 & ; & dv & = +\ 6\cdot854 \\ E & = 0\cdot21231 & ; & d\log q & = +\ 0\cdot000\ 2277 \end{array}$$

oder umgesetzt in die entsprechenden Elemente der Bahnebene ω' ☊$'$, i'

$$d\omega' = +\ 27''030$$
$$d☊' = -\ 55\cdot242$$
$$di' = +\ 12\cdot860.$$

Schlägt man diese Korrektionen den Ausgangselementen hinzu, so erhält man folgendes endgültige, auf den Äquator bezogene Elementensystem:

☄ 1823

$T = 1823$ Dezember $9\cdot43398$ mittl. Zeit Greenwich

$$\left.\begin{array}{rl} \omega' = & 6^\circ\ 48'\ 53''64 \\ ☊' = & 295\ \ 39\ \ 0\cdot20 \\ i' = & 115\ \ 27\ \ 8\cdot46 \end{array}\right\}\ \text{mittl. Äqu. } 1824\cdot0$$
$$\log q = 9\cdot355\ 5318.$$

Versucht man jetzt die Darstellung der Normalörter, so ergibt sich aus den Gleichungen und aus der direkten Rechnung nach diesen Elementen:

	Gleichungen $\Delta\alpha\cos\delta$	Gleichungen $\Delta\delta$	Elemente $\Delta\alpha\cos\delta$	Elemente $\Delta\delta$
1. Normalort:	$+\ 0''5$,	$+\ 0''4$;	$+\ 0''4$,	$+\ 0''2$
2. »	$-\ 1\cdot7$,	$+\ 0\cdot7$;	$-\ 2\cdot0$,	$+\ 0\cdot7$
3. »	$+\ 3\cdot6$,	$-\ 2\cdot0$;	$+\ 3\cdot8$,	$-\ 2\cdot2$
4. »	$-\ 5\cdot7$,	$-\ 3\cdot5$;	$-\ 6\cdot0$,	$-\ 3\cdot3$
5. »	$-\ 0\cdot1$,	$+\ 3\cdot1$;	$+\ 0\cdot0$,	$+\ 2\cdot8$
6. »	$+\ 0\cdot1$,	$-\ 1\cdot3$;	$+\ 0\cdot2$,	$-\ 0\cdot9$
7. »	$+\ 2\cdot9$,	$+\ 4\cdot7$;	$+\ 2\cdot7$,	$+\ 4\cdot7$
8. »	[$+\ 20\cdot5$],	[$+\ 8\cdot9$];	[$+\ 22\cdot0$],	[$+\ 11\cdot1$]

$$[vv] = 107''3$$
$$[vvp] = 864\cdot7$$
$$[nn]_5 = 865$$

Da diese Darstellung eine befriedigende genannt werden kann und die Richtigkeit der Rechnung durch die innerhalb der Grenzen einer sechsstelligen Rechnung übereinstimmende Prüfung durch die Elemente gewährleistet ist, so können daher obige Elemente als definitive gelten. Rechnet man noch die mittleren Fehler der einzelnen Unbekannten und nimmt man jetzt die Ekliptik als Fundamentalebene, so lauten also die definitiven, ekliptikalen Elemente des Kometen 1823:

Komet 1823

$$T = 1823 \text{ Dez. } 9\cdot43398 \pm 0\cdot000867 \text{ mittl. Zeit Greenwich}$$

$$\left.\begin{aligned} \omega &= 28^\circ\ 30'\ 17''48 \pm 8''944 \\ \Omega &= 303\ \ 3\ \ 8\cdot46 \pm 2\cdot508 \\ i &= 103\ \ 48\ \ 16\cdot35 \pm 6\cdot690 \end{aligned}\right\} \text{mittl. Äquin. } 1824\cdot0$$

$$\log q = 9\cdot355\,5318 \mp 0\cdot000\,04620$$

und damit die zugehörigen, horizontalen Äquatorkoordinaten:

$$x = 9\cdot119\ 6465 \sin (138^\circ\ 38'\ 33''12 + v) \sec^2 v/2$$

$$y = 9\cdot319\ 5320 \sin (265\ \ 9\ \ 16\cdot37 + v) \sec^2 v/2$$

$$z = 9\cdot311\ 1921 \sin (\ 6\ \ 48\ \ 53\cdot64 + v) \sec^2 v/2.$$



UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE KOHLEÄHNLICHE MASSE DER KOMPOSITEN

(BOTANISCHER TEIL)

VON

DR. T. F. HANAUSEK.

Mit 3 Tafeln.

VORGELEGT IN DER SITZUNG VOM 17. NOVEMBER 1910.

Inhaltsübersicht.

Einleitung.

In einer in den Berichten der Deutschen Botanischen Gesellschaft [1] erschienenen Abhandlung über die Entwicklungsgeschichte des Perikarps von *Helianthus annuus* L. habe ich eine im Perikarp vorkommende schwarze, beziehungsweise braune Substanz beschrieben, die sich gegen alle bekannten auflösenden, zersetzenden und zerstörenden (mikrochemischen) Reagentien widerstandsfähig und völlig unangreifbar erwies. Selbst von dem v. Wiesnerschen Chromsäure-Schwefelsäuregemisch, das die eingelegte Frucht von *Helianthus* in kurzer Zeit vollständig auflöst und zerstört, erfuhr diese Substanz keine Einwirkung, sie blieb, äußerlich anscheinend unverändert, zurück. Schon damals wurde von mir ausdrücklich angegeben, daß sie wie Kohle aussähe.

Ihr Vorkommen in bestimmten Organen gewisser Kompositen ist aber schon früher beobachtet worden. Wie aus meinen »Neuen Mitteilungen über die sogenannte Kohleschicht der Kompositen [2] hervorgeht, scheint Professor C. Hartwich überhaupt der erste gewesen zu sein, der die schwarze Substanz die ich nun kurz als »Masse« bezeichne, aufgefunden und als interzelluläres Sekret beschrieben hat; auch ihm ist die so gewaltige Resistenz derselben gegen Reagentien aufgefallen. Wir finden sie ferner von Pfister,[3] A. Tschirch [4] und Gerdts [5] erwähnt, letzterer befaßte sich eingehender mit ihr und sprach sie direkt als Kohle an. Auch Heineck [6] hat die Masse gesehen, sie aber als eine schwarze Cuticula gedeutet.

Im Jahre 1907 erschienen meine Untersuchungen über die »Kohleschicht« in den Sitzungsberichten der Akademie, [7] in denen einige Fälle des Vorkommens, die Entwicklungsgeschichte der Masse und ihr mikrochemisches Verhalten behandelt wurden. In bezug auf die Zusammensetzung heißt es daselbst (p. 14): »Die beispiellose Widerstandsfähigkeit der schwarzen Masse gegen die Einwirkung lösender, oxydierender und sonstwie aufschließender Körper berechtigt zu der Annahme, daß die schwarze Masse eine der Kohle nahe verwandte Substanz enthalte und daß ihr ein sehr hoher Kohlenstoffgehalt zukommen müsse.«

Diese Annahme hat sich auch als richtig erwiesen. Nach den Untersuchungen von Hofrat Dr. Dafert und Ingenieur Miklauz beträgt der Gehalt der Masse an Kohlenstoff 70 bis 76 Prozent. Als Kohle ist sie aber nicht anzusprechen.

Es gehört wohl zu den merkwürdigsten Erscheinungen im Kreise der organischen Welt, daß gewisse Pflanzen während einer Vegetationsperiode, in der Zeit der Entwicklung ihrer Generationsprodukte, imstande sind, einen so kohlenstoffreichen Körper in irgend einem ihrer Organe anzuhäufen, also eine

---

[1] T. F. Hanausek. Zur Entwicklungsgeschichte des Perikarps von *Helianthus annuus.* Ber. d. D. Bot. Ges. 1902, XX, S. 450 ff. u. Tafel XXI (wird hier als Hanausek I angeführt).

[2] T. F. Hanausek. Neue Mitteilungen über die sogenannte Kohleschicht der Kompositen, in v. Wiesner-Festschrift, Wien, 1908, p. 139—150 und Tafel III und IV (wird als Hanausek III angeführt).

[3] Rudolf Pfister. Ölliefernde Kompositenfrüchte, Landwirtsch. Versuchsstation 1894, XLIII, Abhandlung 9.

[4] Tschirch und Österle, Anatomischer Atlas, Leipzig 1900, p. 273 und Tafel 62, Fig. 24 bis 26 (Arnica).

[5] Karl Ludwig Gerdts. Bau und Entwicklung der Kompositenfrucht. Inaug.-Diss. Bern. (Leipzig 1905), p. 56—57.

[6] Otto Heineck. Beitrag zur Kenntnis des feineren Baues der Fruchtschale der Kompositen. Inaug.-Diss. Gießen. Leipzig, 1890, p. 13.

[7] T. F. Hanausek. Die »Kohleschicht« im Perikarp der Kompositen. Sitzungsber. der kais. Akad. Wien, math.-naturw. Kl., Bd. CXVI, Abt. I, Jänner 1907, p. 3 ff. und Tafel I und II (wird als Hanausek II angeführt).

Substanz zu erzeugen, deren Kohlenstoffgehalt mit dem gewisser mineralischer Kohlen übereinstimmt. Zu der Bildung der Mineralkohle aus den Pflanzen verflossener geologischer Zeitalter benötigte aber die Natur einen ungeheuren Aufwand von Zeit; auch sind die Produktionswege in beiden Fällen gänzlich verschieden. Die Bildung der Mineralkohle beruht auf einer mechanisch-chemischen Arbeit, auf einer allmählichen Auflösung des abgestorbenen Pflanzenleibes und auf einer Umgestaltung der nicht löslichen (organischen) Bestandteile in den Stoffkomplex, den wir Kohle nennen. Bei der Entstehung der Masse hingegen handelt es sich um eine von der lebenden Pflanze in ihrem Leibe verrichtete Arbeit, um einen physiologisch-chemischen Prozeß, der ein der Mineralkohle im Äußeren ähnliches und ihr im Kohlenstoffgehalt nahestehendes Produkt in unvergleichlich kürzerer Zeit erzielt.

Bisher ist die Masse nur in Pflanzen, die zur Familie der Kompositen gehören, gefunden worden. Und es ist wieder eine sehr merkwürdige Tatsache, daß nur gewisse Tribus und Subtribus — von Einzelfällen abgesehen — solche, die Masse führenden Pflanzen enthalten, während in anderen gattungsreichen Gruppen, wie in der Abteilung der Liguliflоren, also in allen milchsaftführenden Kompositen, die Masse niemals beobachtet wurde. Der Hauptort ihres Vorkommens ist das Perikarp; weit seltener findet sie sich in den Spreu- und Hüllblättern *(Sphaeranthus, Ammobium, Echinops)* vor, in einem einzigen Falle ist sie in unterirdischen Organen *(Perezia)* gefunden worden.

Die Masse tritt in eigentümlichen, für die betreffende Gattung charakteristischen Formen auf. Diese sich stets gleich bleibenden Formen sind das Ergebnis der Entstehung der Masse aus oder an bestimmten histologischen Elementen des masseproduzierenden Pflanzenteiles, sie sind daher von der Gestalt bestimmter Gewebe oder Gewebeverbände abhängig. Sie lassen sich zu gewissen Gruppen vereinigen, denen ein typischer Charakter eigen ist. Abbildungen der Flächenansichten der Masse sind in meiner Arbeit in v. Wiesner's Festschrift nach Mikrophotographien wiedergegeben. In der vorliegenden Abhandlung bringen die Figuren 10 A, 21, 35, 42, 52 und 56 auf Tafel I—III Ansichten der Masse in der Fläche.

Die mikrochemische Behandlung der fraglichen Substanz konnte über die chemische Zusammensetzung derselben begreiflicherweise keine endgiltige Entscheidung bringen. Es ist mir nun gelungen, den Direktor der landwirtschaftlich-chemischen Versuchsstation in Wien, Herrn Hofrat Dr. F. Dafert, für die Sache zu interessieren und ihn zu einschlägigen Untersuchungen zu veranlassen. Die Resultate dieser von ihm im Vereine mit dem Assistenten, Herrn Ingenieur Miklauz, durchgeführten Arbeiten werden den zweiten (chemischen) Teil der »Untersuchungen über die kohleähnliche Masse der Kompositen« bilden.

I. Verbreitung und Vorkommen der „Masse“.

1. Systematische Zusammenstellung der masseführenden Gattungen.

Von den zirka 856 Kompositengattungen wurden 278, das sind 33 Prozent, auf das Vorkommen der Masse geprüft; in 98 Gattungen (11·5 Prozent) wurde die Masse gefunden. Die Untersuchung umfaßte Gattungen aus allen Tribus und Subtribus und insoferne kann sie demnach auf eine gewisse übersichtliche Vollständigkeit Anspruch machen. Das folgende Verzeichnis enthält alle diejenigen Gattungen, die ein positives Resultat ergaben, in denen also die Masse vorkommt. Die Gattungen sind nach der Bearbeitung von O. Hoffmann[1] systematisch angeordnet, es wird dadurch auch in der Mehrzahl der Fälle die Korrelation zwischen systematischer Verwandtschaft und Vorkommen der Masse ersichtlich. Wo nichts weiter angegeben ist, ist der Träger der Masse das Perikarp; das Vorkommen in anderen Teilen der Pflanze ist besonders angemerkt.

Compositae.

A. Tubuliflorae.

II. Tribus: **Eupatorieae.**

II. 2. Subtribus: **Ageratinae.**

1. *Alomia* H. B. K. — 2. *Ageratum* L. (Taf. I, Fig. 1—4). — 3. *Stevia* Cav. — 4. *Fleischmannia* Schultz Bip. — 5. *Trichocoronis* A. Gray. — 6. *Brachyandra* Philippi. — 7. *Trichogonia* Gardn. — 8. *Leptoclinium* Gardn. — 9. *Piptothrix* A. Gray. — 10. *Symphyopappus* Turcz. — 11. *Eupatorium* L. (Taf. I, Fig. 5). — 12. *Mikania* W.

II. 3. Subtribus: **Adenostylinae.**

13. *Trilisa* Cass. (nur *Tr. odoratissima* [W.] Cass.) — 14. *Brickellia* Ell. (Taf. I, Fig. 6 u. 7). — 15. *Barroetea* A. Gray. (Taf. I, Fig. 8). — 16. *Kuhnia* L. — 17. *Liatris* Schreb. — 18. *Garberia* A. Gray. — 19. *Carphephorus* Cass.

IV. Tribus: **Inuleae.**

IV. 2. Subtribus: **Plucheinae.**

20. *Sphaeranthus* L. Masse nur in den Hüllblättern (der Köpfchen I. u. II. Ordnung), nicht in der Frucht (Taf. I, Fig. 9 u. 10).

IV. 4. Subtribus: **Gnaphalinae.**

21. *Ammobium* R. Br. Masse nur in den inneren Hüllblättern und in den Spreublättern, nicht in der Frucht und nicht in den äußeren Hüllblättern (Taf. I, Fig. 11 u. 12).

V. Tribus: **Heliantheae.**

V. 1. Subtribus: **Lagascinae.**

22. *Lagascea* Cav.

---

[1] Engler-Prantl, Pflanzenfamilien IV, 5, p. 121 ff.

V. 2. Subtribus: **Millerinae.**

23. *Elvira* Cass. — 24. *Stachycephalum* Schultz Bip. — 25. *Milleria* L.

V. 3. Subtribus: **Melampodinae.**

26. *Melampodium* L. — 27. *Silphium* L. (Taf. I, Fig. 13 u. 14). — 28. *Engelmannia* Torr. Gray (Taf. I, Fig. 15). — 29. *Parthenium* L.

V. 4. Subtribus: **Ambrosinae.**

30. *Ambrosia* L. — 31. *Xanthium* L.

V. 5. Subtribus: **Petrobinae.**

32. *Podanthus* Lag. — 33. *Astemma* Less. (Taf. I, Fig. 16 u. 17).

V. 6. Subtribus: **Zinninae.**

34. *Tragoceros* H. B. K. — 35. *Zinnia* L. — 36. *Sanvitalia* Lam. — 37. *Heliopsis* Pers. (Taf. I, Fig. 18).

V 7. Subtribus: **Verbesininae.**

38. *Siegesbeckia* L. — 39. *Stemmatella* Wedd. (und *Sabazia* DC.). — 40. *Eclipta* L. (Taf. I u. II, Fig. 19 bis 22). — 41. *Sclerocarpus* Jacq. (Taf. II, Fig. 23 u. 24). — 42. *Montanoa* Llav. et Lex. (Uhdea Kth., Taf. II, Fig. 25 u. 26). — 43. *Tetragonotheca* L. (Taf. II, Fig. 27 u. 28). — 44. *Isocarpha* R. Br. — 45. *Scalesia* Arn. — 46. *Rudbeckia* L. (Taf. II, Fig. 29—31). — 47. *Wulffia* Neck. — 48. *Gymnolomia* H. B. K. — 49. *Iostephane* Benth. — 50. *Micractis* DC. — 51. *Sabazia* Cass. — 52. *Zaluzania* Pers. — 53. *Balsamorhiza* Hook. fil. — 54. *Blainvillea* Cass. — 55. *Borrichia* Adans. — 56. *Wedelia* Jacq. — 57. *Aspilia* Thouars. — 58. *Helianthus* L. — 59. *Perymenium* Schrad. (Taf. II, Fig. 35 u. 36). — 60. *Melanthera* Rohr. (Taf. II, Fig. 32). — 61. *Spilanthes* L. — 62. *Encelia* Adans. — 63. *Helianthella* T. G. — 64. *Actinomeris* Nutt. — 65. *Zexmenia* Llav. et Lex. — 66. *Verbesina* L. (Taf. II, Fig. 33 u. 34).

V. 8. Subtribus: **Coreopsidinae.**

67. *Guizotia* Cass. — 68. *Coreopsis* L. (inkl. *Calliopsis* Rchb.). — 69. *Dahlia* Cav. — 70. *Chrysanthellum* Rich. (*Hinterhubera* Schultz Bip. (Taf. II, Fig. 37). — 71. *Thelesperma* Less. — 72. *Bidens* L. (Taf. II u. III, Fig. 38 u. 39). — 73. *Cosmos* Cav. (Taf. II, Fig. 40).

V. 9. Subtribus: **Galinsoginae.**

74. *Galinsoga* R. P. — 75. *Raillardia* Gaud.

V. 10. Subtribus: **Madinae.**

76. *Madia* Mol. — 77. *Layia* H. A. — 78. *Achyrachaena* Schauer.

VI. Tribus: **Helenieae.**

VI. 1. Subtribus: **Jauminae.**

79. *Jaumea* Pers.

VI. 3. Subtribus: **Heleninae.**

80. *Perityle* Benth. — 81. *Closia* Remy. — 82. *Flaveria* Juss. (Taf. III, 41 u. 42). — 83. *Villanova* Lag. — 84. *Schkuhria* Roth. — 85. *Hymenopappus* L'Hérit. — 86. *Florestina* Cass. — 87. *Palafoxia* Lag.

88. *Eriophyllum* Lag. — 89. *Chaenactis* DC. (Taf. III, Fig. 43 u. 44). — 90. *Bahia* Lag.

VI. 4. Subtribus: **Tagetininae.**

91. *Tagetes* L. — 92. *Dysodia* Cav. (Taf. III, Fig. 45). — 93. *Syncephalantha* Bartl. — 94. *Porophyllum* Vaill. — 95. *Pectis* L. (Taf. III, Fig. 46).

VIII. Tribus: **Senecioneae.**

VIII. 2. Subtribus: **Senecioninae.**

96. *Arnica* L. (Taf. III, Fig. 47—50).

XI. Tribus: **Cynareae.**

XI. 1. Subtribus: **Echinopsidinae.**

97. *Echinops* L. Masse nur in den Hüllblättern der Köpfchen I. Ordnung, nicht in der Frucht (Taf. III, Fig. 51 u, 52).

XI. 4. Subtribus: **Centaureinae.**

(*Carthamus* L., enthält ein echtes Sekret mit der Eigenschaft der Widerstandsfähigkeit der »Masse«.)

XII. Tribus: **Mutisieae.**

XII. 3. Subtribus: **Nassauvinae.**

98. *Perezia* Lag. Masse nur in der Wurzel und dem Wurzelstock, nicht in der Frucht (Taf. III, Fig. 53—56).

2. Erläuterungen.

Der systematischen Zusammenstellung seien noch folgende Ergänzungen und Erläuterungen hinzugefügt:

Die I. Tribus der Kompositen, die *Vernonieae,* enthält keine masseführende Gattung, soweit dies aus den untersuchten Gattungen erschlossen werden kann. Zur Untersuchung lagen vor: *Sparganophorus* Vaill., *Pacourina* Aubl., *Ethulia* L., *Vernonia* Schreb. aus der ersten, *Lychnophora* Mart. und *Elephantopus* L. aus der zweiten Subtribus.

Die II. Tribus, *Eupatorieae,* zeigt in ihren drei Subtribus keine Einheitlichkeit. Die der ersten — *Piquerinae* — angehörige Gattung *Adenostemma* Forst. ist frei von der Masse; von der zweiten — *Ageratinae* — besitzen alle untersuchten Gattungen dieselbe. Eigentümlicherweise fehlt einer Spezies von *Ageratum* die Masse, während sie die übrigen besitzen; es ist das etwas zweifelhafte *Ageratum Agrianthus* O. Hoffm. (= *Agrianthus carymbosus* DC. = *Ageratum carymbosum* (DC.) Back. non Zucc.) Die dritte Subtribus — *Adenostylinae* — zählt nur 10 Gattungen; *Kanimia* stand nicht zur Verfügung, von den übrigen neun besitzen alle die Masse bis auf *Adenostyles* Cass. und *Carphochaete* A. Gray. Bei *Trilisa* wiederholt sich die bei *Ageratum* angegebene Tatsache. *Tr. odoratinima* (W.) Cass. zeigt schon im Fruchtknoten die Masse, bei *Tr. paniculata* Cass. ist der Fruchtknoten davon gänzlich frei.

Die III. Tribus, *Astereae,* besitzt in allen sechs Subtribus keinen Vertreter der Masse. Untersucht wurden: *Gymnosperma* Less., *Xanthocephalum* W., *Xanthisma* DC., *Chrysopsis* Nutt., *Hysterionica* W., *Salidago* L., *Dichrocephala* DC., *Cyathocline* Cass., *Ceruana* Forsk., *Myriactis* Less., *Brachycome* Cass., *Bellis* L., *Charieis* Cass., *Bellium* L., *Boltonia* L'Hérit., *Callistephus* Cass., *Aster* L., *Erigeron* L., *Celmisia* Cass., *Olearia* Mnch., *Felicia* Cass. (*Agathea* Cass.), *Psiadia* Jacq., *Nidorella* Cass., *Conyza* Less., *Chrysocoma* L., *Baccharis* L.

Die IV. Tribus, *Inuleae,* enthält nur zwei Gattungen, *Sphaeranthus* L. aus der zweiten und *Ammobium* R. Br. aus der vierten Subtribus als Träger der Masse. Bei ersterer Gattung ist die Masse in den

Hüllblättern sowohl der Köpfchen der ersten als der der zweiten Ordnung, aber nicht in der Frucht enthalten. *Ammobium* besitzt sie in den Spreublättern und in dem Grundteil der inneren Hüllblätter, nicht in dem (verhältnismäßig kleinen) Grundteil der äußeren Hüllblätter, nicht in dem Anhängsel derselben und nicht in der Frucht. In allen übrigen Gattungen wurde die Masse nicht beobachtet. Untersucht wurden außer den zwei genannten *Brachylaena* R. Br., *Tarchonanthus* L., *Blumea* DC., *Laggera* Schultz Bip. *Pluchea* Cass., *Tessaria* R. T., *Sachsia* Gris., *Rhodogeron* Gris., *Pterigeron* A. Gr., *Denekia* Thunb., *Epaltes* Cass., *Micropus* L., *Evax* Grtn., *Ifloga* Cass., *Gymnarrhena* Desf., *Antennaria* Grtn., *Leontopodium* R. Br., *Phagnalon* Cass., *Gnaphalium* L., *Cassinia* R. Br., *Helipterum* DC., *Helichrysum* Grtn., *Toxanthus* Turcz., *Humea* Sm., *Pithocarpa* Lindl., *Caesulia* Roxb., *Myriocephalus* Benth., *Angianthus* Wendl., *Gnephosis* Cass., *Calocephalus* R. Br., *Gnaphalodes* A. Gr., *Cephalipterum* A. Gr., *Craspedia* Forster, *Stoebe* L., *Perotriche* Cass., *Metalasia* R. Br., *Leyssera* L., *Inula* L., *Varthemia* DC., *Iphiona* Cass., *Pegolettia* Cass., *Jasonia* Cass., *Carpesium* L., *Adenocaulon* Hook., *Anvillea* DC., *Pallenis* Cass., *Buphthalmum* L., *Odontospermum* L. — Bemerkenswert ist *Caesulia axillaris* Roxb. wegen seines in verhältnismäßig großen Sekreträumen des Perikarps enthaltenen Sekretes, das spindeligen, hohlen, allseits geschlossenen braunen Säcken gleicht, sich im Chromsäure-Schwefelsäuregemisch wochenlang erhält und nur teilweise gelöst wird; ferner *Humea* wegen seines eigentümlichen Schutzgewebes des Perikarps, worüber anderwärts eine ausführliche Mitteilung [1] erschienen ist.

Die V. Tribus, *Heliantheae,* ist in bezug auf das Vorkommen der Masse wohl die einheitlichste. Alle untersuchten Gattungen sämtlicher Subtribus führen dieselbe und es dürfte wohl die Annahme gerechtfertigt sein, daß für sämtliche hieher gehörigen Gattungen das Auftreten der Masse im Perikarp ein charakteristisches Merkmal ist; sie wurde auch in allen Frucht-Individuen der einzelnen Arten gefunden, mit Ausnahme von *Helianthus annuus.* Die Sonnenblume wird bekanntlich in zahlreichen Sorten kultiviert, von denen nur die mit grünlichweißen oder grünlichgrauen und einzelne Sorten mit schwarzgestreiften Früchten die Masse führen; rein weißschaligen dagegen fehlt sie immer. In einem Gemisch verschiedener Sorten kann man die massehältigen leicht erkennen und herauslesen.

Die VI. Tribus, *Helenieae,* ist weit weniger einheitlich. Die zweite Subtribus — *Riddellinae* — enthält keine Gattung mit der Masse. Von den untersuchten Gattungen führen die Masse nicht: *Cacosmia* H. B. K., *Riddellia* Nutt., *Baileya* A. Gr., *Pericome* A. Gr., *Lasthenia* Cass., *Rigiopappus* A. Gr., *Actinella* Pers., *Helenium* L., *Gaillardia* Foug., *Blennosperma* Less. In der vierten Subtribus — *Tagetininae* — wurde keine Gattung ohne Masse gefunden.

Die VII. Tribus, *Anthemideae,* scheint keine masseführende Gattung zu enthalten. Untersucht wurden: *Athanasia* L., *Santalina* L., *Lonas* Adans., *Anthemis* L., *Anacyclus* L., *Achillea* L., *Diotis* Desf., *Matricaria* L., *Chrysanthemum* L., *Artemisia* L.

In der VIII. Tribus, *Senecioneae,* wurde nur *Arnica* L. als masseführend gefunden. Allen übrigen untersuchten Gattungen fehlte dieselbe: *Liabum* Adans., *Tussilags* L., *Petasites* Gärtn., *Robinsonia* DC., *Rhetinodendron* Meisn., *Homogyne* Cass., *Faujasia* Cass., *Erechthites* Raf., *Doronicum* L., *Lopholaena* DC., *Gynura* Cass. (= *Crassocephalum* Mnch.), *Cineraria* L., *Cacalia* L., *Senecio* L., *Ligularia* Cass. *Werneria* H. B. K., *Oligothrix* DC., *Euryops* Cass., *Othonna* L., *Gamolepis* Less.

Die IX. *(Calenduleae)* und die X. Tribus *(Arctotideae)* enthält keine masseführende Gattung; untersucht wurden von ersterer *Calendula* L., *Dimorphotheca* Much., *Tripteris* Less., von letzterer *Ursinia* Grtn., *Arctotis* L., *Gorteria* L., *Gazania* Grtn., *Hirpicium* Cass., *Cullumia* R. Br., *Gundelia* L., *Platycarpha* Less.

Die XI. Tribus *Cynareae* enthält eine Gattung mit der Masse: *Echinops* L. Die Gattung *Carthamus* L. wurde in dem Verzeichnisse angeführt, da das Sekret des Perikarps dieselbe Widerstandsfähigkeit zeigt, wie die Masse, obwohl es auf ganz anderem Wege entstanden ist. *Echinops* führt nur in den Hüllblättern der Köpfchen erster Ordnung die Masse, und zwar in zwei voneinander getrennten Partien des Blattes.

---

[1] T. F. Hanausek, Über das Perikarp von *Humea elegans* Sm., Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1908, XXVIa, p. 292 ff.

Das Sekret von *Carthamus* befindet sich innerhalb eines dichten Sklereidengewebes. — Nicht aufgefunden wurde die Masse in: *Broteroa* W. (*Cardopatium* Juss.), *Xeranthemum* L., *Chardinia* Desf., *Carlina* L., *Atractylis* L., *Arctium* L., *Cousinia* Cass., *Staehelina* L., *Saussurea* L., *Jurinea* Cass., *Carduus* L., *Cirsium* L., *Cynara* L., *Silybum* Gärtn., *Galactites* Neck., *Onopordon* L., *Serratula* L., *Centaurea* L.

Aus der XII. Tribus, *Mutisieae*, ist nur die Gattung *Perezia* zu nennen, in deren Wurzel und Wurzelstock Hartwich zuerst die Masse gefunden hat. In der Frucht von *Perezia* fehlt die Masse. Untersucht wurden: *Dicoma* Cass., *Mutisia* L., *Gerbera* Gronov., *Leuceria* Lag., *Moscharia* R. P.

Die XIII. (letzte) Tribus, *Cichorieae*, die die Abteilung der *Liguliflore*n bildet, enthält wohl keine masseführende Gattung. Untersucht wurden: *Scolymus* L., *Catananche* L., *Cichorium* L., *Lapsana* L. *Zacyntha* Gärtn., *Rhagdiolus* Juss., *Hedypnois* Schreber, *Hypochoeris* L., *Urospermum* Scop. *Leontodon* L., *Picris* L., *Tragopogon* L., *Scorzonera* L., *Pterotheca* Cass., *Chondrilla* L., *Taraxacum* Hall. *Launaea* Cass., *Mulgedium* Cass., *Sonchus* L., *Lactuca* L., *Reichardia* Roth, *Crepis* L., *Prenanthes* L., *Hieracium* L. — Die Angabe Gerdts (l. c. p. 20 und p. 83), das »schwarze Sekret« sei auch im Perikarp von *Lactuca (L. virosa)* vorhanden, beruht auf einem Irrtum. Das tiefschwarze Aussehen der Fruchtschale rührt von einem in den Epidermiszellen befindlichen Farbstoff her, der sich in Kalilauge rotbraun aufhellt und im Chromsäure-Schwefelsäuregemisch zerstört wird, somit von der Masse gänzlich verschieden ist.

Im ganzen wurden bei 600 Arten untersucht.

Zu der schon eingangs erwähnten ganz beispiellos dastehenden Eigenschaft der Masse, gegen alle lösenden und zerstörenden mikrochemischen Agentien sich unveränderlich zu verhalten, gesellen sich noch zwei weitere sehr bemerkenswerte Eigenschaften rücksichtlich ihres Vorkommens in dem betreffenden Pflanzenteile. Die eine betrifft das Auftreten der Masse außerhalb und zwischen den Zellen, also extrazellulär. Dies ist nun freilich auch bei den in schizogenen Behältern entstehenden Sekreten der Fall, aber der gewaltige Unterschied liegt darin, daß diese Sekrete in bestimmt begrenzten, von spezifischen histologischen Elementen gebildeten Räumen sich ablagern und nur in völlig flüssiger Gestalt ursprünglich auftreten, sofern sie den gummi- oder harzartigen Produkten angehören. Die »Masse« erscheint dagegen niemals in flüssiger Form wie die Harze, Milchsäfte oder ätherischen Öle, und niemals in bestimmt begrenzten Sekretbehältern, wohl aber ist ihr Auftreten — und dies ist die dritte höchst bemerkenswerte Eigenschaft der Masse — stets an eine bestimmte Gewebeform gebunden. Immer sind es sklerotische Gewebe, zumeist Bastfaserbündel, aber auch echtes Sklerenchym (sklerosiertes Parenchym), mit denen die Masse in Verbindung steht. Sie bildet einen netzartig durchbrochenen oder aus schmalen Platten bestehenden Belag an der — meist der Außenseite — zugewendeten Längsfläche der Bastfaserbündel oder sie ist zwischen den Zellen eines Sklerenchyms gelagert, gewissermaßen an Stelle der Mittellamelle. Diese Abhängigkeit von den mechanischen Geweben dokumentiert sich in einzelnen Fällen in geradezu drastischer Weise: Bei *Brickellia betonicaefolia* A. Gray besitzen die Bastfaserbündel der zehn Fruchtrippen je einen isolierten Massebelag und außerdem trägt noch ein aus einer Bastfaserzellreihe gebildeter Mantel einen kontinuierlichen Belag (Tafel I, Fig. 6 und 7). In dem Hüllblatt des Köpfchens erster Ordnung von *Echinops corniger* DC. sind die Bastfaserbündel von einem Massenetz umlagert; außerdem befindet sich aber auch noch an der Innenseite der Epidermis (der Innen- beziehungsweise Oberseite des Hüllblattes) ein Massebelag und diese Epidermis besteht aus langgestreckten, ziemlich stark verdickten, porösen und mit spitzen Enden ineinander verkeilten Zellen, also aus echten Fasersklereiden (Tafel III, Fig. 51—52). Bei *Xanthium* findet man wohl einen zweiten Belag zwischen Epidermis und Hypoderm (vgl. Hanausek, II, pag. 28 und Tafel II, Fig. 8), aber dieser ist nur die Fortsetzung des ersten, normal an den Bastfasermantel gelagerten Belages, indem längs der Radialwände der Hypodermzellen Verbindungen der beiden Belage hergestellt sind. In den Abschnitten IV und V, die die Gesamtergebnisse der Untersuchungen behandeln, wird darauf noch zurückzukommen sein.

II. Einzeluntersuchungen.

Im Folgenden sind die Resultate der Untersuchungen aller derjenigen Gattungen mitgeteilt, in deren Perikarp, Hüll- und Spreublättern die Masse gefunden worden ist; bei der Gattung *Perezia* wurden selbstverständlich (außer der Frucht) die unterirdischen Teile berücksichtigt.

Da die Früchte der Kompositen die hauptsächlichen Bildner der fraglichen Substanz zu sein scheinen, so wurde zunächst diesen der vornehmste Teil der Arbeit gewidmet; die Hüll- und Spreublätter wurden, sobald sich zufolge einer abweichenden dunklen Färbung die Anwesenheit der Masse vermuten ließ, in den Kreis der Untersuchung gezogen. Strohgelb gefärbte Organe dieser Art treten bekanntlich am häufigsten auf und zeigen schon durch diese Färbung an, daß sie von der Masse frei sind. Die Untersuchung anderer Organe, insbesondere der unterirdischen Pflanzenteile, muß einer späteren Arbeit vorbehalten bleiben.

Da es nicht immer möglich war, reife Früchte zu erhalten, so konnten mitunter nur jüngere Reifezustände oder auch nur die Fruchtknoten, die ja zumeist schon die deutlich erkennbaren Anfangsstadien der Masse aufweisen, herangezogen werden.

Es ist selbstverständlich, daß in den Einzelbeschreibungen, insbesondere in den typischen Fällen, auf die anatomischen Verhältnisse des betreffenden Pflanzenorganes eingegangen werden mußte, insoweit diese auf die Lagerung und Entwicklung der Masse Bezug haben. Ausgeschlossen wurden die Angaben über die Epidermisbildungen, die andernorts zur Darstellung gelangen.[1]

Das Untersuchungsmaterial wurde zum größten Teile der karpologischen Sammlung und dem Herbarium der Botanischen Abteilung des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums entnommen; auch das v. Köchel'sche Herbarium (am Gymnasium von Krems) und meine eigenen Sammlungen boten geeignetes Material. Es ist mir eine angenehme Pflicht, dem Kustos und Leiter der genannten Abteilung, Herrn Dr. Alexander Zahlbruckner, der mir die Benützung der ihm unterstehenden Sammlungen in liebenswürdigster Weise gewährte und mir außerdem noch mannigfache Unterstützungen bei meiner Arbeit zuteil werden ließ, meinen verbindlichsten Dank auszudrücken. Auch dem Herrn k. u. k. Kustosadjunkten Dr. Karl Ritter v. Keißler bin ich für freundliche Beihilfe zu warmem Danke verpflichtet.

Tribus: **Eupatorieae.**

Subtribus **Ageratinae.**

Alomia fastigiata Bth. Die sehr kleinen 4 bis 5kantigen Früchte besitzen eine mächtige Schicht der Masse. Diese bildet fast schwarze, oberflächlich rauhe Platten, an denen stellenweise noch breite Querbinden — nach dem *Ageratum*-Typus — wahrzunehmen sind. Die lichtbraunen Partien der Platten sind reich an Zäpfchenlücken.

An *Alomia angustata* Bth. zeigen sich dieselben Verhältnisse. Die sehr rauhen Platten besitzen parallel laufende, nicht miteinander anastomosierende Querbinden.

Von *Alomia alata* Hemsl. und *A. ageratoides* H. B. K. standen nur Fruchtknoten zur Verfügung; an ersterer konnte die primäre (braune) Haut und das Knäuelstadium der Auflagerungen erkannt werden.

Jaliscoa Pringlei Watson. Es standen nur sehr jugendliche Früchte zur Verfügung, daher auch nur die ersten Stadien bis zur Netzbildung beobachtet werden konnten. Die Masse bildet ein braunes Netz mit stärker hervortretenden Querbinden; gegen den Scheitel zu sind die Längsstreifen weit stärker, gleich schwarzen Fäden, entwickelt. Der *Ageratum*-Typus ist deutlich ausgesprochen. Die durch die Zäpfchen der Bastfasern hervorgerufenen Lücken sind zahlreich, häufig 3 bis 4 miteinander verschmolzen.

---

[1] T. F. Hanausek. Beiträge zur Kenntnis der Trichombildungen am Perikarp der Kompositen. Österr. bot. Zeitschr., 1910, Nr. 4 und 5.

Ageratum mexicanum Sims (*A. conyzoides* var. γ *mexicanum* DC.). Ein sehr reichliches und bezüglich der Entwicklung sehr bemerkenswertes Vorkommen. An dem fünfeckigen Querschnitte der reifen Frucht (Taf. I, Fig. 1) erscheint die scharfgezähnte schwarze Masse als eine ununterbrochene Wand, und da bei mittlerer Vergrößerung von einem vorliegenden Gewebe nichts zu sehen ist, so bildet die Masse tatsächlich die äußerste Grenzschicht der Frucht. Nur bei stärkerer Vergrößerung findet man stellenweise außerhalb der Masse farblose Streifen als Reste der Epidermis und kurze Haare (Taf. I, Fig. $2,_1$).

Die Tatsache, daß die Masse die äußere Umgrenzung nach Obliterierung des vorliegenden Gewebes bildet, verleitete Heineck (l. c.) zu der eigentümlichen Anschauung, daß die Masse eine »schwarzbraune Cuticula« sei, die die Aufgabe habe, eine widerstandsfähige Hülle der Frucht zu bilden; die Untersuchung unreifer Früchte macht die Haltlosigkeit dieser Annahme sofort klar. [1]

Die stark entwickelte Masse zeigt im Querschnitte scharfe Spitzen und Zähne (Taf. I, Fig. $2,_3$); das Hypoderm ist in der reifen Frucht nicht nachweisbar. Das mechanische Gewebe ist auf eine Reihe von Bastfasern reduziert (Taf. I, Fig. $2,_4$), der auf der Innenseite ein reduzierter Parenchym folgt; ein brauner Streifen (Taf. I, Fig. $2_{,5,6}$) zusammengepreßter undeutlicher Zellen schließt die Gewebefolge ab; Fig. $2,_7$ stellt die Aleuronschicht des Samens vor.

In der Flächenansicht erscheint die Masse als ein Netz mit anastomosierenden Querbinden und breiten Längsstreifen, zwischen denen sehr schmale eingeschaltet sind. Die Querbinden sind enge aneinander gerückt und siebartig durchbrochen. Der Fruchtscheitel gleicht einem Kegelstumpf; hier bildet die Masse ein zierliches Netzwerk.

Dieser Bau der Masse wird als *Ageratum*-Typus bezeichnet.

Die Anlage der Masse erfolgt sehr frühzeitig. Der Fruchtknoten der noch nicht geöffneten Blume ist farblos und seine Bastfasern sind durch reichliche, stark vorstehende Zäpfchen ausgezeichnet. Noch während der Blütezeit bildet sich die primäre Haut, das Bräunen derselben beginnt am frühesten an den Kanten. Sie bleibt nach Zerstörung der Fruchtknotengewebe durch das Wiesner'sche Chromsäure-Schwefelsäuregemisch als eine zarte, gelbbräunliche, homogene Schicht unversehrt zurück (Taf. I, Fig. 3) und zeigt deutliche Längsstreifen, die den Rändern der darunter liegenden Bastfasern entsprechen. Am Scheitelkegel ist die Anlagerung der Masse schon kräftiger erfolgt, um jede Lücke lagert ein Streifchen der Masse, die Lücken sind es also, wo die erste Anhäufung der Masse beginnt; in der Längsrichtung ordnen sich diese Auflagerungen zunächst nach den Kanten, so daß diese zuerst bräunlich erscheinen. Auch an den Rändern der Bastfasern, an ihren Berührungsstellen, erfolgt eine stärkere Bräunung, die sich als Längsstreifung sichtbar macht. Der Beginn der Massebildung, der Umwandlung, ist, wie wir sehen, durch die Bildung der primären, ursprünglich hellen, später braunen Haut angezeigt, die aus den gesamten Mittellamellen der Außenseite des Bastmantels hervorgeht. Das Auftreten der Querbinden ist in Fig. 3 durch dunkle Schattierung angedeutet.

An Längsschnitten zeigen die mit den Zäpfchen versehenen Bastfasern das erste Auftreten der Masse als braune Streifen, die an etwas älteren Objekten sich in zwei Schichten, in eine hellere, braune innere (Fig. 4 *a*) und in eine schwarze äußere (Fig. 4 *b*) gliedern. Es handelt sich dabei nur um weniger und um mehr vorgeschrittene Phasen der Entwicklung. Die Zäpfchen selbst ragen darüber bis etwa ein Drittel ihrer Höhe hervor (Fig. 4 *z*). Es wird nun auch klar, warum an den Lücken in der Flächenansicht (Fig. 3) eine größere Anhäufung der Masse nach der Bildung der braunen Haut zu beobachten ist.

Die sehr kleinen Früchte von *Ageratum corymbosum* (DC.) Zucc. (= *Coelestina coerulea* Cassini, Abbildung der Frucht bei Hoffmann, Compositae in Engler-Prantl, Pflanzenfamilien IV, 5, p. 134, Fig. 78 *G*) zeigen dieselben Verhältnisse. Die schwarzen Querbinden treten noch schärfer hervor und sind enger aneinandergereiht, die Längsstreifen nur vereinzelt. An dem (sechseckigen) Querschnitt findet man die Epidermiszellen zwar zusammengepreßt, aber doch besser erhalten.

---

[1] Mir war früher (Hanausek II, p. 3) entgangen, daß auch Heineck die Masse gesehen, ihr aber eine ganz unmögliche Deutung gegeben habe. Vgl. auch die Angaben bei Rudbeckia, p. 19.

Dagegen sind die Früchte von *Ageratum Agrianthus* O. Hoffm. (= *Ageratum corymbosum* (DC.) Back., non Zucc. = *Agrianthus corymbosus* DC.) frei von der Masse. Die Gattung *Agrianthus* Mart. konnte leider nicht untersucht werden.

Stevia lanceolata Lagasca. An den (sehr jugendlichen) Früchten bildet die Masse ein rundmaschiges Netz mit starken Längsstreifen; stellenweise sind noch die knäuelförmigen Anhäufungen der ersten Bildungsphasen zu beobachten. Im Querschnitt zeigt sich die Masse als dünner Überzug der Außenseite des einreihigen Bastfasermantels. Vorgelagert ist ein ein- oder stellenweise zweireihiges, dünnwandiges Hypoderm.

Fleischmannia rhodostyla Schultz Bip. (Abbildung der Frucht s. Hoffmann l. c., p. 136, Fig. 79 *B*). Die Masse von jungen Früchten bildet ein Netz mit großen Zäpfchenlücken; Verhalten der Querbänder wie bei *Ageratum*.

Trichcoronis Gregii A. Gray. Die Anhäufung der Masse ist so bedeutend, daß sie schwarze Platten (wie *Tagetes*) bildet, die durch die Zäpfchenlücken durchbrochen sind. Charakteristisch ist die ziemlich regelmäßige Anordnung der Lücken; sie stehen in wellenförmig verlaufenden Querreihen; selbstverständlich sind sie auch in Längsreihen (nach den Bastfasern) angeordnet, doch fällt diese Reihenfolge nicht ins Auge, weil die Lücken ziemlich entfernt voneinander stehen, während sie in der Querrichtung eng aneinander schließen. Bildet einen Übergang zum *Tagetes*-Typus.

Brachyandra macrogyne Philippi. (Abbildung s. Hoffmann, l. c. p. 136, Fig. 79 *F*, *H*) und

Trichogonia campestris Gardn. (Abbildung s. Hoffmann, l. c., p. 136, Fig. 79 *K*) zeigen dieselbe Ausbildung der schwarzen Masse wie *Trichocoronis*. Die Entwicklung, von der braunen Haut und den Querbändern beginnend, ist gleich der von *Ageratum*.

Leptoclinium trichotomum Benth. (*Liatris trichotoma* Gardn.). An jungen Früchten dieselben Verhältnisse wie bei *Ageratum*; die großen Zapfenlücken verlaufen in geraden Querreihen.

Piptothrix pubens A. Gray. Die Masse bildet wie bei *Trichocoronis* Platten mit großen Zapfenlücken; die zwischen den breiten Platten befindlichen schmalen Verbindungsstücke sind siebartig durchlöchert. Ausgesprochener *Tagetes*-Typus.

Symphyopappus baccharoides DC. Dicke schwarze Platten mit großen in geraden Doppelquerreihen stehenden Zapfenlücken.

An sehr jungen Früchten von *Symphyopappus decussatus* Turcz finden sich an der braunen Grundhaut Querbinden wie bei *Ageratum* vor. Die in Querreihen angeordneten Zapfenlücken sind von der Masse in Knäuelform umgeben, was den Eindruck macht, als ob sie daraus hervorgequollen wären. Die Zäpfchen der dem Scheitel nahe liegenden Bastfasern sind auffallend groß.

Eupatorium cannabinum L. Der *Ageratum*-Typus ist vollkommen ausgeprägt. In der braunen Grundlage verlaufen sehr dicht stehende, anastomosierende und sich verschiebende Querbinden mit sehr feinen Lücken. Der fast regulär pentagonale Querschnitt zeigt den Bau von *Ageratum*. Die Epidermis ist nur mehr in Resten vorhanden, das Hypoderm ist nicht mehr zu beobachten, die Bastfasern bilden nur eine Reihe.

An sehr jugendlichen Früchten von *Eupatorium syriacum* Jacq.[1] zeigt sich die Entstehung der Masse als zarte, braune, unmittelbar den Bastfasern aufliegende Haut besonders klar. Die Umwandlung beginnt am Scheitel der Frucht, nahe der Basis ist die Haut höchst zart und durchsichtig, widersteht

[1] DC., Prodrom. V, 180 bemerkt hiezu: »Forte mera *Eupatorii cannabini* varietas?«

aber schon dem Chromsäure-Schwefelsäuregemisch, die Lücken sind auffallend groß (Taf. I, Fig. 5 *a*), eine selbstverständliche Folge der starken (stumpfen) Zapfen an den Bastfasern (Fig. 5 *b*). Aber auch die Flächenansicht wird dadurch beeinflußt: Die Querbinden der Masse an der reifen Frucht werden durch die in Reihen stehenden großen Lücken voneinander geschieden, sie wechseln also mit den Lückenreihen ab. Dadurch erhält das Bild ein schlangenhautähnliches Aussehen; diese verschiedene Ausbildung der Masse würde wohl auch für die Selbständigkeit der Art, die De Candolle anzweifelt, sprechen.

An *E. syriacum* schließt sich *E. ageratoides* L.; nur sind die Lücken kleiner und bewirken keine so scharf ausgeprägten Querlinien. Bei *E. serotinum* Michx. ist die Masse nahezu gleich der von *E. cannabinum* entwickelt.

Mikania scandens (L.) W. zeigt dieselben Verhältnisse wie *Eupatorium*.

Subtribus: **Adenostylinae.**

Trilisa odoratissima (W.) Cass. (*Liatris odoratissima* L.). In den jungen Früchten bildet die Masse Gruppen von korallenartigen Verästelungen, die sich stellenweise zu kleinen Netzen zusammenschließen. Die Bastfasern besitzen stark hervorragende Zäpfchen. Dieselbe Entwicklung zeigt auch *Liatris*.

Merkwürdig ist, daß die zweite Art dieser Gattung, *T. paniculata* Cass. im Fruchtknoten keine Spur der Masse zeigt. Wie sich die Sache in der reifen Frucht verhält, konnte mangels geeigneten Materials nicht festgestellt werden. Die Bastfasern sind reich an Zäpfchen.

Brickellia betonicaefolia A. Gray (Abb. der Frucht von *B. californica* A. Gray in Hoffmann, l. c., p. 141, Fig. 81 *D, E*). Schon in der Flächenansicht lassen sich zwei auffällig voneinander verschiedene Formen der Masse, die übrigens nur braun gefärbt ist (die untersuchten Früchte waren nicht vollständig reif), beobachten; die eine erscheint in Gestalt schmaler, gewölbter, entsprechend den darunter liegenden Bastfasern scharf längsgestreifter Platten mit zahlreichen vorragenden Spitzen (Zähnen), die hier die mit der Masse überzogenen Zäpfchen der Bastfasern darstellen; mitunter fehlt der die Spitze überziehende Teil und es erscheint dafür an dessen Stelle eine Zäpfchenlücke. Die andere Form der Masse bildet dagegen eine breite, homogene, glatte oder nur andeutungsweise längsgestreifte Platte ohne jede Spitze und ohne Zäpfchenlücken. Beide Formen bleiben nach Einwirkung des Chromsäure-Schwefelsäuregemisches vollständig unverändert erhalten und sind sehr gebrechlich. Eine Aufklärung dieser Verhältnisse bietet der Fruchtquerschnitt (Taf. I, Fig. 6 und 7). Jeder Rippe der zehnrippigen Frucht entspricht ein geschlossenes Bastfaserbündel (Fig. 6 u. 7, $_4$), dem in gesetzmäßiger Weise die Masse (Fig. 6 u. 7, $_3$) mit nach außenstehenden Spitzen vorgelagert ist. Unter der mit faltigstreifiger Culicula versehenen Oberhaut (Fig. 6 u. 7, $_1$) liegt eine zumeist ein-, stellenweise zweireihige Hypodermschichte; zwischen ihr und der Masse sind nicht selten leere Zwischenräume (Lostrennung des Gewebes). Auf der Innenseite ist dieser Teil des Perikarps durch eine Zellschicht abgegrenzt. Nun folgt ein besonderer, von dem beschriebenen Perikarpteil abgetrennter kontinuierlicher, einheitlicher einreihiger Bastfasermantel (Fig. 6 und 7, $_{4a}$), dem wieder die Masse in dünner Schichte vorgelagert ist. Auf der Innenseite schließt ein reduziertes Gewebe das Perikarp ab. Dieser Mantel ist, wie aus der Zeichnung ersichtlich, nicht mehr im Zusammenhang mit den äußeren Perikarpschichten, denn er löst sich nach dem Auftreten der Masse derart von jenen ab, daß die den Bastfaserbündeln der Rippen gegenüberliegenden Partien (des Mantels) als Kanten oder Leisten ihre ursprüngliche Lage nahezu beibehalten, während die übrigen zwischen diesen Leisten befindlichen Teile in konkaver Wölbung sich davon entfernen; daher das eigentümlich symmetrisch-dekorative Bild, das der Fruchtquerschnitt in entsprechender Vergrößerung bietet (Fig. 6). Entsprechend den zwei örtlich verschiedenen mechanischen Gewebselementen, den Bastfaserbündeln der Rippen und dem einreihigen inneren Bastfasermantel, die zwei Entstehungsherde der Masse darstellen, sind auch zwei Formen derselben an einer und derselben Frucht vorhanden.

Diese Art des Vorkommens, die nicht wieder an anderen Kompositenfrüchten beobachtet werden konnte,[1] bietet zugleich einen ausgezeichneten Beweis dafür, daß die Entstehung der Masse stets an das mechanische Gewebselement gebunden ist.

Barroetea subuligera A. Gray (Abb. d. Frucht s. Hoffmann, l. c., p. 141, Fig. 81 *G*). Wie die Frucht dieser Gattung der von *Brickelia* morphologisch sehr nahe steht, so ist dies auch in Bezug auf die Masse der Fall. Sie besitzt nur zwei nach innen vorspringende Randrippen, mitunter ist noch eine dritte in der Längsmitte auf der Innenseite entwickelt. Die beiden Randrippen (auch die [dritte] Mittelrippe, wenn sie vorhanden) führen je ein Bastbündel mit vorgelagerter Masse; der übrige Fruchtteil ist von einem einreihigen Bastfasermantel umschlossen, dem ebenfalls die Masse vorgelagert ist. Ein Unterschied zwischen den beiden Formen der Masse, wie bei *Brickellia,* ist nicht vorhanden. Beide besitzen reichlich die Zäpfchenlücken oder, falls die Zäpfchen gänzlich von der Masse überdeckt sind, braune Spitzen oder Zähnchen. An gelungenen Querschnitten ist dieser durch die Masse bewirkte geschlossene Überzug der Zäpfchen schön zu beobachten (Taf. I, Fig. 8, $_{3-4}$). Jugendliche Stadien zeigen die primäre braune Haut mit den Anlagerungen der Masse am Rande der Zäpfchenlücken.

Kuhnia eupatorioides L. (Abb. d. Frucht s. Hoffmann, l. c., p. 141, Fig. 81 *B*). Das mechanische Gewebe ist durch Bastfaserbündel vertreten, die durch schmale Zwischenräume getrennt sind. Jedem Bündel ist die Masse als braune homogene Haut vorgelagert, die Zwischenräume (zwischen den Bündeln) zeigen ebenfalls schmale Platten der Masse mit zahlreichen Lücken. Es ist gewissermaßen der reduzierte *Brickellia*-Typus. Wie bei den horvergehenden ist auch hier ein Hypoderm entwickelt.

Liatris scariosa (L.) W. Die Masse bildet ein Netz mit starken Querbinden und breiten Längsstreifen; Zäpfchenlücken vorhanden.

Garberia fruticosa A. Gray. Es standen nur Fruchtknoten zur Verfügung. An diesen konnte die braune Haut und das »Knäuelstadium« der Masse beobachtet werden.

Schließt sich in der Entwicklung an *Trilisa* an.

Carphephorus corymbosus T. & G. Wenn auch die Masse dieser Frucht in der Flächenansicht eine große Verschiedenheit gegenüber den anderen Angehörigen dieser Subtribus aufweist, so zeigt sich doch am Querschnitte die nahe Verwandtschaft. Die Masse bildet (in der Fläche) ein unregelmäßig maschiges Netz mit zahlreichen kurzen Querbinden, die bei kleiner Vergrößerung dem Bilde ein schuppiges Aussehen geben; sie ist reich an Zäpfchenlücken. Ein ähnliches Verhalten findet sich auch bei *Silphium.* Der Querschnitt zeigt die Oberhaut, das 1 bis 2 reihige Hypoderm und einen geschlossenen einreihigen Bastfasermantel, in dem die aus kleinen Bastfaserbündeln bestehenden Rippen in bestimmten Absätzen eingeschaltet sind. Die Masse bildet ein ununterbrochen zusammenhängendes Ganzes. Es ist also ein modifizierter *Brickellia*-Typus ausgedrückt und dieser in der Weise vereinfacht, daß die bei *Brickellia* selbständigen und nach auswärts gerückten Bastfaserbündel bei *Carphephorus* sich in den Bastfasermantel einfügen.

Tribus: **Inuleae.**

Subtribus: **Plucheinae.**

Sphaeranthus angustifolius DC. (Abb. von *S. africanus* L., siehe Hoffmann, l. c., p. 178, Fig. 92). Die sehr kleinen Blütenköpfchen (I. Ordnung) sind zu kugeligen Köpfchen II. Ordnung zusammengestellt. Dem entsprechend kann man auch zweierlei Hüllblätter unterscheiden, da auch die Köpfchen II. Ordnung von solchen umgeben sind. In der Frucht fehlt die Masse.

---

[1] Nur im Hüllblatte von *Echinops* ist ein ähnliches Vorkommen zu beobachten.

Hingegen ist sie in den Hüllblättern der Köpfchen I. und II. Ordnung in reichlichem Maße vorhanden, aber im Vergleich zur Lage im Perikarp in verkehrter Anordnung: die Masse ist an der Innenseite des die Hüllblätter stützenden Bastfasergewebes entwickelt. Das Hüllblatt von I. ist ein schmales zart längsgestreiftes, an der Spitze grobgezähntes Blättchen, das von II. weit stärker, in der oberen Hälfte breitlanzettlich, grobgezähnt und in eine scharfe Spitze plötzlich ausgezogen. In beiden erscheint die Masse in abwechselnd stärkeren und schwächeren Längsstreifen, die durch kurze Anastomosen miteinander verbunden sind (Taf. I, Fig. 9 und 10*A*). Der Querschnitt eines Involukralblattes von I. (Fig. 10*B*) zeigt die verkehrte Anordnung; die Masse ist der Innenseite des mechanischen Gewebes angelagert und diese Lage entspricht demnach der morphologischen Oberseite des Hüllblattes. Das folgende zarte Parenchym, das gegen die Blattmitte am stärksten entwickelt ist, kann als das Hypoderm angesprochen werde, da es unmittelbar unter der Oberhaut (Fig. 10B, i_5) der Innenfläche liegt. Diese Umkehrung der Lage der Masse, wodurch diese der Frucht angenähert wird, als ob sie die im Perikarp an der Außenseite der mechanischen Zellen fehlende Masse ersetzen sollte, ist von hohem Interesse.

In den Hüllblättern von *S. indicus* L. tritt die Masse in breiteren auf einer Seite nicht scharf abgegrenzten Streifen auf, da diese daselbst in dünne lichtere Schichten übergehen. Die durch die Quer-Anastomosen erzeugten vierseitigen Zellen sind kürzer und weniger regelmäßig.

Subtribus: **Gnaphalinae.**

Ammobium alatum R. Br. (Abb. d. Frucht s. Hoffmann, l. c., p. 184, Fig. 95*X*). Auch hier fehlt in der Frucht die Masse, tritt dagegen in den inneren Hüllblättern und im Spreublatte auf. Das Involukralblatt besteht aus einem dunklen Abschnitt und einem weißen blumenblattartigen Anhängsel; nur der erstere der inneren Hüllblätter führt die Masse. Das Spreublatt ist schmal mit parallelen Längsrändern, schwarzbraun, der obere freie strohgelbe Rand läuft in eine ebenso gefärbte Spitze aus. In beiden Blattformen bildet die Masse verschiedene abwechselnd schwächere und stärkere Längsstreifen, die auf einem helleren Hintergrunde (der braunen Haut) liegen. An den der Basis nahe liegenden Partien tritt die braune Haut noch stärker hervor (Taf. I, Fig. 11). Das ziemlich dicke Spreublatt besitzt einen starken Bastfasermantel (Fig. 12, $_2$), dem die Masse (Fig. 12, $_2$) vorgelagert ist. Ein Hypoderm feht.

Die äußeren Hüllblätter, an denen der Grundblattabschnitt gegen das Anhängsel sehr zurücktritt, sind frei von der Masse. Die schwarzbraune Farbe des Perikarps rührt von Zellenpigment her.

Tribus: **Heliantheae.**

Subtribus: **Lagascinae.**

Lagascea mollis Cav. (Abbildung siehe Hoffmann, l. c., p. 211, Fig. 106). Das primäre Köpfchen besitzt eine kelchartige fünfzähnige Röhre, die aus fünf zusammengewachsenen Hüllblättern besteht; in dieser Röhre befindet sich die Frucht. Das Perikarp enthält die Masse in mächtigen gewölbten Platten nach dem *Tagetes*-Typus, die je einem gesonderten Bastfaserbündel entsprechen; an einzelnen Stellen sind die Platten dünner mit braun durchschimmernder Grundlage. Das Hypoderm ist stark reduziert. Die Bastfaserbündel sind auch an den radialen Seitenflächen von der Masse bedeckt, daher die Platten eine nach außen konnexe Wölbung besitzen.

Subtribus: **Millerinae.**

Elvira biflora (L.) DC. (Abbildung von Hoffmann, l. c., p. 213, Fig. 107*H*—*K*). In dem aus einem großen runden Hüllblatte auf der einen Seite, aus 2 bis 3 kleinen lanzettlichen Hüllblättern auf der andern Seite bestehenden Involucrum ist in der Regel nur eine Frucht enthalten. Diese besitzt eine zusammenhängende, in starken Längsstreifen entwickelte Masse mit großen, oft paarig stehenden in Längsreihen entwickelten Zäpfchenlücken, die mitunter auch zu Lückenstreifen miteinander verschmelzen. Die Masse stellt demnach ein ziemlich regelmäßiges klein- und rundmaschiges Netz vor; sie lagert auf dem einreihigen geschlossenen Bastfasermantel; Hypoderm mehrreihig, gut entwickelt.

Stachycephalum mexicanum Sch., Bip. Die Masse bildet die primäre braune (zusammenhängende) Haut, der schwarze Spitzen, die mit Masse überdeckten Zäpfchen der Bastfasern, aufgelagert sind; die Basis der Spitzen ist fast vierseitig. die Anordnung in Längslinien.

Milleria quinquefolia L. (Abbildung des Köpfchens siehe Hoffmann, l. c., p. 213. Fig 107 *N*). Das äußerste Hüllblatt ist im trockenen Zustande holzhart (nach Hoffmann fleischig) und umschließt die Frucht wie ein Gehäuse. Die Masse tritt im Perikarp in dicken schwarzen Platten auf und entspricht vollständig dem *Tagetes*-Typus. Die Bastfasern sind in Bündeln entwickelt; Hypoderm noch an der reifen Frucht gut entwickelt.

Subtribus: **Melampodinae.**

Melampodium perfoliatum H. B. K. In dem Deckblatt (der weiblichen Blüte) besitzt die Frucht ein scheinbares zweites Perikarp, da das Deckblatt die Frucht vollständig umschließt. Trotzdem enthält das dünnwandige Perikarp gut entwickelte Bastbündel, denen auf der Außenseite die Masse vorgelagert ist. Sie bildet schwach gewölbte Platten vom *Tagetes*-Typus, in denen lichtere Stellen mit durchschimmernder brauner Haut ganz unregelmäßig verteilt sind; von einem Netz kann man aber nicht sprechen. Das Hypoderm ist zweireihig, die Zellen im Querschnitt annähernd quadratisch, mit bräunlichem Farbstoff gefüllt.

Silphium trifoliatum L. (*S. atropurpureum* Nutt. = *S. ternatum* Retz var. *atropurpureum*; Abbildung der Frucht von *S. integrifolium* Michx. s. Hoffmann, l. c., p. 215, Fig. 108 *N*). Die vom Rücken her zusammengedrückte, mit zwei breiten, vorgezogenen Flügeln versehene Frucht erinnert an die der Umbellifera *Heracleum* (Taf. I, Fig. 13 *F*). Die Masse (Fig. 13, $_3$) ist nur im eigentlichen Fruchtteil vorhanden, die Flügel sind davon frei. Sie bildet ein Netz mit ziemlich starken Längsstreifen, die Querstreifen sind kurz und verdicken sich an den Kreuzungsstellen. Die Lücken des Netzes entsprechen den Zäpfchenlücken. Das Netz hat einige Ähnlichkeit mit dem von *Xanthium* und *Helianthus*, kann aber doch als ein besonderer Typus gelten. Der Querschnitt (Taf. I, Fig. 14) zeigt eine Epidermis, deren Zellen eine starke Außenwand besitzen ($_1$), ein mehrreihiges Hypoderm ($_2$) mit etwas faltigen Zellwänden, die Masse mit vorragenden Spitzen ($_3$) und einen geschlossenen starken Bastfasermantel ($_4$). Die äußersten Bastfasern sind sehr reich an Zäpfchen.

Engelmannia pinnatifida Torr. Gray. Die Masse bildet eine dichte ununterbrochene Schicht mit dunkleren gürtelförmig verlaufenden Streifen und sehr feinen zahlreichen Zäpfchenlücken. Ein in Chorzinkjod eingelegter Querschnitt läßt über der Masse einen schmalen dichten Wulst wahrnehmen; dieser quillt nach Zusatz von Wasser auf und zeigt eine Epidermis mit fast quadratischen Zellen und ein Hypoderm, das aus einer Reihe radialgestreckter, hie und da durch eine Querwand geteilter, dünnwandiger Zellen besteht (Taf. I, Fig. 15, $_{1, 2}$). In warmem Wasser und nach Zusatz von Kalilauge quillt die Außenwand der Epidermis auf und es scheinen sich an verschiedenen Stellen kleine Schleimpartikel davon abzutrennen. In der Flächenansicht erscheinen die Epidermiszellen polygonal. Bei der Quellung wölbt sich die Innen-(Basis-)Wand derselben konvex nach einwärts, wodurch zwischen Epidermis und Hypoderm größere Interzellularen gebildet werden. Der Bastfasermantel setzt sich aus 4 bis 5 Zellreihen zusammen; eine innere Zellreihe (Fig. 15, $_7$) ist durch eine prächtige Netzverdickung ausgezeichnet und gehört wohl noch dem Perikarp an. In einem Präparate wurde auch inmitten des mechanischen Gewebes ein kleiner Bezirk konstatiert, der die Masse gewissermaßen als Interzellularsubstanz enthielt. Das Vorkommen scheint aber kein regelmäßiges zu sein, da es eben nur einmal beobachtet werden konnte. Der Bau des Hypoderms zeigt einige Verwandtschaft mit dem von *Helianthus*, es fehlen nur die reichlichen Querteilungen der Hypodermzellen, wodurch der Zustand des Hypoderms dem gleicht, den das Hypoderm von *Helianthus* während der Entwicklung besitzt.

Parthenium integrifolium L. (Abbildung von *P. Hysterophorus* L. siehe Hoffmann, l. c., p. 114, Fig. 71 *L* bis *M*). Die nahe Verwandtschaft dieser Gattung mit der vorigen drückt sich auch in dem Baue der Masse aus. Diese bildet ein sehr dichtes Netz mit starken Längsstreifen und kurzen Querstreifen; die Netzmaschen besitzen beiläufig in der Mitte die Zäpfchenlücke. Die Kreuzungsstellen der Längs- und Querstreifen sind besonders stark entwickelt. Die mit je einer Rippe der Frucht verwachsenen Spreublättchen (Flugvorrichtung) sind frei von der Masse.

Subtribus: **Ambrosinae.**

Ambrosia elatior L. (Abbildung von *A. maritima* L. siehe Hoffmann, l. c., p. 222, Fig. 111). Der Bau des Perikarps und der Masse stimmt mit dem von *Xanthium* sehr nahe überein. Letztere bildet ein dichtes braunes Netz; das Hypoderm führt eine Reihe dünnwandiger, radial gestreckter Zellen, die Bastfasern sind sehr schmal und sehr reichlich mit Zäpfchen versehen; sie bilden einen geschlossenen Bastmantel.

Xanthium strumarium L., *X. spinosum* L., siehe Sitzungsber. d. kais. Akademie, mathem.-naturw. Kl., Bd. CXVI, Abt. 1, p. 19 ff. (1907) u. Taf. II, Fig. 6—11), ferner T. F. Hanausek in Wiesner's Festschrift, p. 145 u. Taf. II, Fig. 1—2.

Auch *Xanthium macrocarpum* DC. zeigt dieselben Verhältnisse; nur das Hypoderm ist stellenweise mehrreihig.

Subtribus: **Petrobinae.**

Podanthus Mitiqui Lindl. Die Masse bildet in der Flächenansicht eine grobkörnige lockere Schicht, die den Eindruck macht, als ob sie aus losen, eckigen Körnern zusammengesetzt wäre. Sie nimmt daher wohl eine Ausnahmsstelle ein. Das Hypoderm ist zweireihig, der Bastfasermantel ziemlich schmal.

Astemma dubium Less. Da die Frucht bisher nicht beschrieben ist (vgl. Hoffmann, l. c. p. 224), so mögen hier einige Angaben über dieselbe Platz finden. Sie ist 2—2·5 *mm* lang, gegen 1·5 *mm* breit, fast herzförmig, nur wenig flach gedrückt, mit am Scheitel aufgesetztem, kurzem Spitzchen, am Rücken in der Längsmitte und seitlich nahe der stumpfen Seitenkante mit zwei durch je eine Gewebefalte gebildeten Leisten versehen, braun bis schwarzbraun, um das Spitzchen herum mit anliegenden kurzen Borsten besetzt (Pappusrudiment), im Querschnitte fast deltoidisch. Das Perikarp ist zufolge der starken Entwicklung des mechanischen Gewebes dick und hart (Taf. I, Fig. 16). — Die Epidermis besteht aus radial gestreckten Zellen, deren Außen- und Innenwände stark verdickt sind, während die Radialwände sehr dünn und meist knitterig gebogen sind (Taf. I, Fig. 17, $_1$). Das Hypoderm besteht aus zwei Reihen dünnwandiger Zellen, deren Anordnung sehr regelmäßig ist (vergl. Fig. 17, $_2$); sie enthalten Calciumoxalatdrusen. Die Leisten der Frucht werden von Epidermis und Hypoderm gebildet (Fig. 17, *F*). Die Masse stellt einen dichten, anscheinend strukturlosen Überzug (Fig. 17 $_3$) des mechanischen Gewebes dar. Dieses ist von stabartigen oder auch unregelmäßig-wellig konturierten Sklereiden gebildet, die einen festen, ziemlich dicken, geschlossenen Mantel bilden. Besonders hervorzuheben ist, daß die inneren Tangentialwände der an die Masse grenzenden Hypodermzellen zumeist deutlich sichtbar sind, wodurch die interzellulare Lage der Masse klar zum Ausdruck kommt.

Subtribus: **Zinninae.**

Tragoceros flavicomum DC. Die Masse bildet ein sehr regelmäßiges rundmaschiges Netz; die großen Lücken sind in geraden Längs- und in hin- und hergewundenen Querlinien angeordnet. An der Rücken- und Bauchfläche des Perikarps ist der Bastfasermantel einreihig, an den Kanten, die einen kurzen (im Querschnitt breiten) Flügel besitzen, ist je ein rundes Bastfaserbündel vorhanden. In den gewölbten Epidermiszellen findet sich Calciumoxalatsand vor (wie bei *Anacyclus*).

Zinnia elegans Jacq. (Abbildung siehe Hoffmann, l. c., p. 225, Fig. 114*A*–*D*. Beschreibung und Abbildung der Masse in Wiesner's Festschrift, p. 145, Taf. III, Fig. 3). Sie stellt zufolge der ausgezeichnet regelmäßigen Anordnung der Lücken einen besonderen Typus vor. Die Lücken sind fast durchwegs in Doppelreihen, ausnahmsweise in Reihen zu dreien entwickelt; die zarten, oft nur angedeuteten Zwischenlinien zwischen einem Lückenpaar gehören den Mittellamellen der darunter liegenden Bastfasern an. Der anatomische Bau ist in beiden Fruchtformen der *Zinnia* derselbe. Der Bastfasermantel ist zwei- bis dreireihig. Die Hypodermzellen sind zwei- oder dreimal so breit als die schlanken, mit zarten querlaufenden Porenkanälen versehenen Bastfasern und stehen in einer, seltener in zwei Reihen.

Sanvitalia procumbens Lam. (Abbildung siehe Hoffmann, l. c., p. 114, Fig. 71*J,K*). Die Frucht der Zwitterblüten ist zusammengedrückt, flach und geflügelt, die der randständigen weiblichen Blüten kegelförmig, dreikantig, mit drei Borsten, den Fortsetzungen der Fruchtkanten und mit dem nicht abfälligen Blumenblatt besetzt. Die Masse ist in beiden Fruchtformen gleich gebaut und entspricht dem *Zinnia*-Typus.

Heliopsis levis Pers. Die Masse bildet ein Netz wie bei *Helianthus*; Zäpfchenlücken sind zahlreich vorhanden. Besonders charakteristisch für diese Gattung ist das Auftreten der Masse im Hypoderm. Unter der mit reichlichst gefalteter Cuticula versehenen Epidermis liegt ein, zumeist vierreihiges Hypoderm, aus stark porösen, radial angeordneten und ebenso etwas gestreckten Sklereiden gebildet; auch dieses Hypoderm zeigt die Verwandtschaft mit *Helianthus*. Zwischen der vorletzten und letzten (innersten) Hypodermzellreihe ist die Masse (in der Tangentialrichtung, Taf. I, Fig. 18 bei *x*) in den »Zwickeln« und anstoßenden Partien vorhanden; die Tangentialwände der Zellen sind daselbst tief gebräunt. Die dunkelbraune Farbe des Perikarps rührt von dem braunen Farbstoff der Epidermis her und hat mit der Masse nichts zu tun.

Das Vorkommen der Masse im sklerosierten Hypoderm ist wieder ein Beispiel für die innige Abhängigkeit der ersteren von Sklereidengeweben, d. i. vom mechanischen Gewebesystem.

Auch bei *H. filifolia* Watson finden sich die gleichen Verhältnisse vor. In dem sklerenchymatischen Hypoderm tritt die Masse auf wie bei *H. levis*, die Hauptlage derselben ist ein dichtes ununterbrochenes Netz ohne Längsteilung) mit reichlichen Zäpfchenlücken, wie ein Sieb durchlöchert. (Über die eigentümlichen Trichome siehe Österr. Bot. Zeitschr., 1910, Nr. 5.)

Subtribus: **Verbesininae.**

Siegesbeckia orientalis L. (Abbildung siehe Hoffmann, l. c., p. 114, Fig. 71*O*). Das Vorkommen und der Bau der Masse sind beschrieben in Wiesner's Festschrift, p. 146, Taf. III, Fig. 4. Die Masse ist sehr mächtig entwickelt, größere, ziemlich unregelmäßige Lücken, häufig von feinen Strängen (Mittellamellen der Bastfasern) durchzogen, liegen zerstreut im Gesichtsfeld. Charakteristisch ist das Vorkommen von breiten, schief und gebrochen laufenden Querbändern. Der Querschnitt zeigt folgendes. Unter der kleinzelligen Oberhaut liegt ein aus zwei Zellreihen bestehendes Hypoderm; in den an dieser Frucht auftretenden Furchen kommt noch eine dritte Zellreihe hinzu. Die äußere Hypodermzellreihe führt radial gestreckte und ziemlich breite Zellen, die mit einer zierlichen Netzleistenverdickung versehen sind; die innere besteht aus tangential gestreckten Zellen. Die Bastfaserbündel bilden nach außen konvexe Bogen, umsäumt von der schwarzen Masse. Die Bastfasern sind schmal, reich getüpfelt und zu 3—5 von je einer Hypodermzelle überdeckt.

Denselben Bau zeigt *S. abyssinica* (Sch. Bip.) Oliv. et Hiern. (=*Cryphospermum abyss.* Sch. Bip.), wodurch ihre Zugehörigkeit zu der Gattung *Siegesbeckia* auch bezüglich des Fruchtbaues erwiesen ist.

Stemmatella glabra Wedd. (= *Sabazia glabra* Wats). Das vorliegende Muster enthält die beiden Fruchtformen: größere Rand- und schmälere vierkantige Scheibenfrüchte. In beiden Formen ist die Masse in schmalen dichten Platten, entsprechend dem *Tagetes*-Typus, entwickelt. Vereinzelte Stellen sind dünner

und heller; an der Basis lösen sich die Platten, wie bei *Tagetes*, in ein Netz auf. Die Zäpfchenlücken sind in Längsreihen angeordnet und ziemlich reichlich vorhanden.

Bei *St. microglossa* Wedd. (?) (= *Sabazia microglossa* DC.) zeigen die sehr schmalen Platten gleichbreite parallellaufende Querbinden mit nur vereinzelt vorkommenden Lücken.

Nach Hoffmann (l. c., p. 231), gehören zu *Stemmatella* Wedd. die meisten Arten von *Sabazia* DC. (nicht Cass.); die Gattung besitzt keinen Pappus; für die letzterwähnte Art (= *Sabazia microglossa*) trifft dies nicht zu, da die kleinen, einem Nagelstift gleichenden Früchte einen federigen Pappus besitzen; auch *Sabazia* Cass. (Hoffmann, l. c., p. 233) fehlt der Pappus oder er ist nur in einigen winzigen, leicht abfallenden Borsten vorhanden.

Eclipta alba (L.) Hassk. (= *E. erecta* L., Abbildung siehe Hoffmann, l. c., p. 227, Fig. 115, *E—H*).

Die Frucht ist mit dicht aneinanderliegenden abgerundeten Höckern oder Warzen bedeckt (Taf. I, Fig. 19*h*); die an den Seitenrändern stehenden Höcker sind größer und ragen daher stärker hervor. Aus Fig. 20 ist zu ersehen, daß das Füllgewebe der Höcker aus Zellen gebaut ist, die gleich denen des Hypoderms sind. Die Hypodermzellen sind streng radial angeordnet (nach dem *Helianthus*-Typus), auch in demselben Sinne etwas gestreekt, dünnwandig, glatt, leer, schwach verholzt; Epidermis und oberste Schichten der Höcker sind gelbbraun gefärbt, die inneren farblos. Die mächtig entwickelte Masse bildet ein Netz mit anastomosierenden, wenig gewundenen, stark vorragenden Querbinden (Taf. I, Fig. 21); diese Querbinden sind es, die im Querschnitt (Taf. II, Fig. 20, $_3$) als lange Spitzen in das Hypoderm hineinragen. Zahlreiche Zäpfchenlücken. Der geschlossene Bastfasermantel (Taf. I, Fig. 19, Taf. II, Fig. 20, $_4$) ist 4—5-reihig. Eine innere Zellreihe ist durch die schöne Netzverdickung (Taf. I, Fig. 22) ausgezeichnet.

Eclipta longifolia Schrad. besitzt eine fast doppelt so große Frucht mit schmäleren und nicht abgerundeten, sondern spitzen Höckern; die Masse zeigt dieselben Verhältnisse, ist aber bei weitem schwächer entwickelt.

Sclerocarpus africanus Jacq. (Abbildung siehe Hoffmann, l. c., p. 227, Fig. 115 *J, K*). Vorkommen und Bau der Masse sind beschrieben und abgebildet in Sitzungsber. der Akademie der Wissensch., l. c. p. 18—19 und Taf. I, Fig. 5. Besonders bemerkenswert ist, daß die Masse auch in dem Sklerenchym, das aus dem inneren Parenchym des Perikarps hervorgeht, auftritt.

Einige Abweichungen bietet *Sclerocarpus universalis* Benth. Hook. (= *Gymnopsis universalis*). Das für die Gattung charakteristische verholzte Spreublatt ist gleich einem Außenperikarp geschlossen vierkantig. Die schwarze, spindelige Frucht besitzt ein sehr dünnes Perikarp, an dem von der Oberhaut und dem Hypoderm nur mehr Spuren wahrzunehmen sind. Das mechanische Gewebe besteht nur aus durch schmale Zwischenräume getrennten Bastfaserbündeln (Taf. II, Fig. 23, $_4$), die auf der Innenseite unregelmäßig gestaltete Sklereiden (Fig. 24, $_{4a}$) führen. Auf der Außenseite der Bastfaserbündel liegt die Masse (Fig. 23, $_3$). Die nach auswärts ragenden Spitzen sind zumeist die Überzüge der starken Zäpfchen der Bastfasern. Die Flächenansicht der Masse gleicht der von *Scl. africanus* und nähert sich dem *Helianthus*-Typus. Das an die Bastfaserbündel angelagerte Parenchym ist (von den oben angemerkten Sklereiden abgesehen) eine im Querschnitt zusammengepreßte undeutliche Schicht — die äußerste Lage besteht noch aus geräumigen dünnwandigen Zellen (Fig. 23, $_5$) — die in den innersten Lagen ein großlückiges Schwammgewebe bildet (Fig. 24, $_5$) und an die eigentümlich gebaute Oberhaut der Innenseite des Perikarps anstößt. Diese Oberhaut besteht aus einer Lage dünnwandiger leerer Zellen, zwischen denen sonderbar verdickte, schwach verholzte, sehr plastisch hervortretende Zellen in großer Zahl eingestreut sind. Die Verdickungen haben die Gestalten von Hörnern, Bögen, Ringen, Sicheln, Keulen u. ä. im Querschnitte meist einseitig verdickte Ringe darstellend (Fig. 23—24, $_6$).

Montanoa bipinnata C. Koch (= *Uhdea bipinnatifida* Kunth.; Abbildung von *Mont. floribunda* (H. B. K.) DC. siehe Hoffmann, l. c., p. 227, Fig. 115 *L—O*). Die sehr dicke Masse bildet Platten, an

denen schmale, ziemlich parallele Querleisten durch dunklere Färbung hervortreten. Zäpfchenlücken reichlich vertreten; Anlehnung an den *Tagetes*-Typus. Der Querschnitt zeigt folgendes: Die Epidermis setzt sich aus stark radialgestreckten Zellen zusammen, deren Außenwand eine bedeutende Verdickung mit kräftig gefalteter Cuticala besitzt (Taf. II, Fig. 25, $_{1 \text{ und } c}$; Fig. 26, $_1$). Die Radialwände sind sehr dünn und verlaufen nicht gerade; die Innen- oder Basiswände sind etwas stärker; das angrenzende Hypoderm ist meist ein-, selten zweireihig, besteht aus kubischen, dünnwandigen Zellen, die größtenteils braunen Farbstoff, hie und da je einen Calciumoxalatkrystall führen (Fig. 25—26, $_2$). Besonders bemerkenswert ist, daß zwischen den Radialseiten der Hypodermzellen an Stelle der Mittellamelle Streifen und Zwickel der Masse auftreten (Fig 26, $_3$), Fortsetzungen des den Bastfaserbündeln anliegenden Teiles der Masse. Die im Querschnitte rundlichen Bastfaserbündel sind durch Streifen der Masse voneinander getrennt (Fig. 25, $_{3-4}$); ein gutes Beispiel für den Ersatz, beziehungsweise Umwandlung der Mittellamelle in die Masse.

Von *Montanoa floribunda* (H. B. K.) DC. standen nur eben abgeblühte Fruchtknoten zur Verfügung, die auf der braunen Haut ein lockeres Netz der Masse, auch noch Knäuelbildungen besaßen.

Tetragonotheca helianthioides L. (Abbildung von *T. Ludoviciana* A. Gr. siehe Hoffmann, l. c., p. 227, Fig. 115 *P, Q*). Ein ganz besonders ausgezeichnetes Vorkommen der Masse: Sie bildet einen geschlossenen dichten Mantel, der in Form eines Wellenbleches hin- und hergebogen verläuft (Taf. II, Fig. 27, $_3$); jeder Wellenberg entspricht einem starken Bastfaserbündel, an dem Wellental ist nur eine Reihe, seltener sind zwei Reihen von Bastfasern entwickelt. Höchst charakteristisch ist aber die Sklerosierung der innersten Hypodermzellreihe. Wie aus dem Querschnitte (Fig. 28) zu ersehen ist, wird die Epidermis von großen, an der Außen- und Innenseite dickwandigen Zellen gebildet; die unmittelbar darunter liegende Schicht des Hypoderms setzt sich aus dünnwandigen, polyedrischen Zellen zusammen, während die innerste Schicht eine Reihe mächtig verdickter poröser und abgerundeter Sklereiden darstellt (Taf. II, Fig. 28, $_{2a}$). Auf diese Weise kommt die Masse zwischen zwei Abteilungen des mechanischen Gewebes zu liegen, von denen die erste echte Sklerenchymzellen, die zweite die Bastfasern enthält.

Isocarpha atriplicifolia R. Br. (= *Spilanthes atrip.* L.). Die Masse stellt ein sehr dichtes Netz mit breiten Querbinden und reichlichen Zäpfchenlücken in Querreihen vor.

Scalesia divisa Anderss. Die Masse bildet Platten mit einem lockeren Netz und mit stark hervortretenden Längsstreifen.

Da die Früchte noch nicht ausgereift waren, so war der Zusammenschluß der dunkleren Partien noch nicht vollständig hergestellt, daher der obige Ausdruck »lockeres Netz« gerechtfertigt sein dürfte. Nach der Anordnung der schwarzen Flecke ist die Verwandtschaft mit der vorhergehenden und mit der nachfolgenden Gattung deutlich zu erkennen.

Rudbeckia laciniata L. (Abbildung der Früchte verschiedener Arten siehe Hoffmann, l. c., p. 227, Fig. 115 *T—X*). Die vierkantige (im Querschnitte rhombische) Frucht (Taf. II, Fig. 29) besitzt ein Massenetz mit stark anastomosierenden Querbinden und reichlichen Zäpfchenlücken. Das Hypoderm ist einreihig, die Zellen besitzen sehr dünne Wände. Die Bastfaserbündel (Fig. 29, $_4$) sind meist dreireihig, durch einige Parenchymzellen voneinander geschieden. Auf der Innenseite der Bündel im Übergange zum Parenchym sind kurze, poröse Sklereiden vorhanden. Heineck (l. c. p. 13) bezeichnet die Masse (nach seiner Abbildung Nr. 24 *a* auf Taf. II) als eine starke, widerstandskräftige Hülle. Bei *Rudbeckia*, *Flaveria*, *Ageratum* etc. stellt sie »einen dicken, schwarzen Überzug der Frucht dar, den ich Cuticula nennen möchte, denn erstens bröckelt das Gebilde beim Schneiden und dann habe ich auch noch keine Zellstruktur darin gefunden.« Er findet »Verzierungen auf der Oberfläche dieser schwarzbraunen Cuticula«, viereckige, ein- bis zwei-spitzige, stachel- oder spießförmige Erhebungen. Heineck übersah, was an trockenen, reifen Früchten leicht möglich ist, daß die Masse mit der Epidermis und sonach mit einer Cuticula nichts zu tun hat und immer an den Hartbast gelagert ist, mit Ausnahme der vereinzelten Fälle, in denen ein Teil der Masse unmittelbar unter der Epidermis liegt.

Denselben Bau weisen im allgemeinen auch *Rudbeckia (Obeliscaria) primata* Vent. (= *Lepachys pinnatifida* Raf.) und *R. hirta* L. auf. Eine interessante Abweichung bietet *Rudbeckia fulgida* Ait. Die kleine, im Querschnitte eirundliche Frucht (Taf. II, Fig. 30) besitzt noch eine zweite Lage der Masse und stimmt in dieser Beziehung mit *Xanthium* überein. In Fig. 31 (Taf. II) ist dieses Vorkommen wiedergegeben. Zwischen der kleinzelligen Epidermis (Fig. 31, $_1$) und dem einreihigen Hypoderm ist die Masse in den Zellzwickeln und in schmalen bandartigen Streifen (Räume zwischen den Tangentialwänden der Zellen) eingeschaltet (Fig. 31, $_{3a}$); in der Flächenansicht zeigen sich dunkle schmale Längsstreifen (die im Querschnitte als die Ausfüllungen der »Zwickel« erscheinen) und diese verbindende Querstreifen. Dieses Auftreten der Masse zwischen Epidermis und Hypoderm ist deshalb von besonderer Bedeutung, weil daselbst die Masse keinen unmittelbaren Zusammenhang mit einem mechanischen Gewebe aufweist, sondern nur durch die radiallaufenden Streifen des Hypoderms mit der am Hartbaste liegenden Masse verbunden ist.

Bei *Rudbeckia hirta* L. bildet die Masse vollständig opake Platten, an denen nur noch stellenweise und ganz vereinzelt zwischen helleren Partien dunklere als Querbänder wahrgenommen werden können. Dagegen sind die Zäpfchenlücken zahlreich vorhanden. Bei *R. pinnata* ist das Hypoderm stark reduziert und fehlt auch an einzelnen Stellen. Die Querbänder der Masse treten deutlicher hervor.

Es läßt sich demnach in bezug auf Ausbildung und Mächtigkeit der Masse bei den *Rudbeckia*-Arten eine stufenweise Steigerung feststellen: Bei *R. laciniata* ist die Auflagerung auf der primären braunen Haut, die sich in Form von Querbinden präsentiert, am schwächsten, daher die Querbinden scharf und deutlich voneinander getrennt erscheinen, bei *R. fulgida* und *R. pinnata* sind letztere weit stärker entwickelt, aber noch von einander zu unterscheiden und bei *R. hirta* verschmelzen sie miteinander nahezu völlig, wodurch die opaken Platten — wie bei *Tagetes* — entstehen.

Wulffia stenoglossa (Cass.) DC. Die Masse zeigt ein auf der primären braunen Haut aufliegendes ziemlich regelmäßiges schwarzes Netz mit schmalen, reichlich anastomosierenden, im allgemeinen gebrochen verlaufenden Querbinden; die von diesen gebildeten Maschenräume sind rhombisch begrenzt; in der braunen Haut sind reichlich Zäpfchenlücken vorhanden. Das Perikarp besitzt ein außerordentlich mächtiges Hypoderm mit dünnwandigen, nicht sonderlich scharf radial angeordneten Zellen. Der geschlossene Bastfasermantel besteht aus 6—8 Zellreihen.

Bei *Wulffia scandens* DC. finden sich dieselben Verhältnisse vor. Das dünne Netz der Masse bildet rhombische Maschen. Die Zellen des Hypoderms sind im Querschnitte polygonal, ihre Wände etwas verdickt.

Gymnolomia rudis A. Gray. An den vorliegenden sehr jugendlichen Früchten ist die braune Haut mit den Knäuelauflagerungen, die am Fruchtscheitel schon zu einem Netz vereinigt sind, zu beobachten. Die Bastfasern besitzen sehr kleine Zäpfchen.

An den jugendlichen Früchten von *Gymnolomia rudbeckioides* H. B. und an den reifen Früchten von *G. platylepis* A. Gray konnte die Masse nicht beobachtet werden.

Iostephane heterophylla Heinsl. Entsprechend den zahlreichen schmalen Bastfaserbündeln tritt die Masse in eben so schmalen Platten auf, an denen die starken Rand- und die zarten Innen-Längsstreifen besonders deutlich hervortreten; sie besitzen in kurzen, aber ungleichen Abständen Verdickungen (dunkle Flecke), die hie und da zu kurzen Querbinden verschmelzen; Zäpfchenlücken sind zahlreich vorhanden. Es ist wohl ein noch nicht vollständig ausgebildeter *Tagetes*-Typus hiemit angedeutet. Die großzellige Oberhaut deckt ein einreihiges, reduziertes Hypoderm. Die Masse liegt nur an der Außenseite der Bastfaserbündel, die radialen Seiten der Bündel sind größtenteils davon frei.

Micractis sp. (vielleicht *M. Bojeri* DC.). Das Jugendstadium weist ein schönes Netz auf, dessen Maschen den ziemlich großen Zäpfchenlücken entsprechen.

Sabazia humilis Cav. Die sehr kleinen Früchte enthalten die Masse in Form schmaler Platten mit parallellaufenden, nicht anastomosierenden Querbändern, die mit den starken Rand-Längsleisten verschmelzen; von diesen ragen seitlich lange Spitzen vor: an dünnen Stellen sieht die braune Haut durch, Zäpfchenlücken kommen nur vereinzelt vor. Histologisch bemerkenswert sind die eigentümlichen Netzverdickungen der Zellen des inneren Parenchyms.

Vgl. auch *Stemmatella* (= *Sabazia* DC.) p. 17 [109].

Zaluzania globosa (Ort.) Schultz Bip. Randfrüchte drei-, Scheibenfrüchte vierkantig, die Masse in beiden in gleicher Art entwickelt. Sie stellt ein Netz dar mit breiten, dichtstehenden, parallelen Querbinden, den Bastfaserbündeln entsprechend in Streifen oder Abteilungen geschieden, daher das Bild durch seine Regelmäßigkeit sehr charakteristisch ist und dem von *Isocarpha* nahesteht. Die Zäpfchenlücken sind groß, eirund und stehen in geraden Querlinien.

Balsamorhiza sagittata Nutt. Es standen nur Blüten zur Verfügung. Die Fruchtknoten zeigen die primäre braune Haut mit den Knäuelauflagerungen.

Blainvillea rhomboidea Cass. (= *Eisenmannia clandestina* Schultz. Bip., Abbildung der Frucht von *B. Gayana* Cass. siehe Hoffmann, l. c., p. 230, Fig. 116 *C*). Das Vorkommen der Masse ist beschrieben in Wiesner's Festschrift, p. 146, Taf. I, Fig. 5. Die Lücken des Netzes sind wie Schnürchen angeordnet. Das Flächenbild zeigt wie Perlen aneinander gereihte kreisrunde Löcher in Einzelreihen zu zirka sechs an der Zahl; jede solche Einzelreihe entspricht der Länge der darunter liegenden Sklereide; die zwischen den »Schnürchen« liegende Masse bildet anastomosierende Querbänder. Das mechanische Gewebe besteht — ähnlich wie bei *Carthamus* — aus gestreckten Sklereiden mit wellenförmig gebuchteten Längswänden. Die vorhin genannten Querbänder der Masse entsprechen jenen Stellen des mechanischen Gewebes, an denen die Schmalenden der Sklereiden zusammenstoßen. Im Querschnitte zeigt die schwarze Masse wie Dornen aussehende spitze lange Kegel, die zwischen den Zellen des Hypoderms hineinragen. Letzteres besitzt ähnlich wie *Helianthus* radial angeordnete und tangential gestreckte, netzförmig verdickte Zellen.

Borrichia arborescens DC. Die Masse bildet Platten mit einem lockeren Netz. Die stärkeren Auflagerungen (dunklen Flecke) sind nur in schwachem Zusammenhang und treten in unregelmäßig verlaufenden unterbrochenen Querbinden auf, die von zahlreichen Längsstreifen durchschnitten werden. Zäpfchenlücken groß, in mäßiger Zahl.

Wedelia plattiglossa F. v. Müller (Abbildung der Frucht von *W. buphthalmoides* (DC.) Gries, siehe Hoffmann, l. c., p. 230, Fig. 116 *A*). Die Masse bildet eine dicke, undurchsichtige, sehr zerbrechliche Lage über den teilweise geschlossenen Bastfasermantel. Von diesen ragen zahlreiche Streifen zwischen die radialgestreckten Hypodermzellen oft so weit hinein, daß die ganze Radialwand der Hypodermzelle von der Masse gebildet wird. (Ein ähnliches Verhalten zeigt *Verbesina*, p. 23) [115]. Die Bastfasern sind reich an Zäpfchen. An der Innenseite des Mantels liegen kürzere und unregelmäßig konturierte Sklereiden. An Flächenansichten der Innenseite des Hypoderms erscheinen die dicken Stellen der Masse in Gestalt der Zellkonturen.

Aspilia Kotschyi (Schultz Bip.) Benth et Hook (= *Dipterotheca* Sch. Bip.; Abbildung der Frucht von *A. Schimperi* (Sch. Bip.) Oliv. et Hiern., siehe Hoffmann, l. c., p. 230, Fig. 116 *B*). Der Bau der Frucht zeigt eine Verwandtschaft mit *Helianthus*. Die Masse bildet eine kontinuierliche Decke über den geschlossenen Bastfasermantel, auf der nicht zahlreiche entfernt stehende Querbinden lagern. Die Zäpfchenlücken höchst zahlreich, siebartig gehäuft. Das Hypoderm besteht aus radialgestreckten und ebenso angeordneten Zellen in mehreren Reihen. An den etwas flügelartig vorstehenden Seitenkanten ist das Hypoderm, beziehungsweise das Füllgewebe dem von den Höckern bei *Eclipta* (Fig. 20) sehr ähnlich. Auf der Innenseite des Bastfasermantels liegen weitlichtige, poröse Stabzellen. Der Querschnitt der Frucht gleicht dem von *Helianthus* (in weit kleinerem Maßstabe).

Helianthus annuus L. (Abbildung der Frucht siehe Hoffmann, l. c., p. 230, Fig. 116 *F*). Über die Entwicklungsgeschichte des Perikarps, das Vorkommen und den Bau der Masse vgl. Ber. d. D. B. Ges. 1902, XX, p. 449 ff.; Sitzungsber. d. kais. Akademie, l. c., p. 13 ff.

Von dem Typus weicht *Helianthus cucumerifolius* Torr. et Grars sehr bedeutend ab. Die Masse bildet kein typisches *Helianthus*-Netz, sondern Stäbe und Platten, gehört demnach dem *Tagetes*-Typus an. Das Hypoderm enthält nur wenige Reihen dünnwandiger Zellen, das mechanische Gewebe besteht aus isolierten Bastfaserbündeln, deren jedes von einer Platte der Masse gedeckt ist. Die Zäpfchen sind auffallend groß.

Perymenium discolor Schrd. Die Früchte der Strahlblüten sind dreikantig, die der Scheibenblüten zusammengedrückt, ziemlich dick und oben abgerundet. Zur Untersuchung lagen nur sehr jugendliche Früchte vor. Die Masse zeigt noch das Knäuelstadium, aber auch schon die Anlage der Querbinden. Die Bastfasern sind reichlichst mit abgerundeten, oft knopfförmigen Zäpfchen besetzt, wodurch sich an der »braunen Haut« ein sehr bemerkenswertes Verhalten ergibt. Sie zeigt nämlich in Doppellängsreihen angeordnete dunkelbraune Ringelchen, die den dicken Rand der Zäpfchenlücken darstellen (Taf. II, Fig. 35); in Querlinien sind schon stärkere Anhäufungen der Masse entwickelt. Da die Masse die Zäpfchen selbst umgibt und sich dieser Teil der Masse von der braunen Haut etwas erhebt, so muß er dunkler erscheinen und die Gestalt von Ringelchen besitzen.

Von *Perymenium Cervantesii* DC. konnten reife Früchte untersucht werden. Die Masse bildet breite, sanft geschwungene, anastomosierende Querbinden mit höchst zahlreichen Zäpfchenlücken; auch die Längsstreifen sind scharf ausgeprägt. Der Querschnitt (Taf. II, Fig. 36) zeigt eine großzellige Epidermis (1), ein kleinzelliges und dünnwandiges Hypoderm (2), beide mit einem in Kalilauge orangerot sich lösenden Farbstoff (*pi*); eine starke Masse mit Spitzen (3) und einen geschlossenen Bastfasermantel, dessen Zellen innig miteinander verschmolzen sind und drei bis vier Reihen bilden. Die Mittellamellen der Bastfasern sind kaum angedeutet.

Melanthera deltoidea Michx. (= *Colea aspera* L., Abbildung siehe Hoffmann, l. c., p. 230, Fig. 116 *G H*). Die Masse bildet um den geschlossenen Bastfasermantel eine kontinuierliche dicke strukturlose Lage. Das sehr reichlich entwickelte Hypoderm ist wie bei *Helianthus* aus radial angeordneten porösen Zellen gebildet. Eigentümliche Strukturverhältnisse zeigen die Bastfasern. Die äußersten (Taf. II, Fig. 32 *a*) besitzen pilzförmige oder ohrmuschelähnliche Fortsätze (die Zäpfchen), die innersten, an das Parenchym anstoßenden Sklereiden sind flache, meist einseitig unregelmäßig konturierte Stäbchen (Fig. 32 *c*) mit zahlreichen feinen Poren. Die Mittelstufe nehmen die buchtig konturierten (Fig. 32 *b*) ein, die an die langgestreckten Oberhautzellen der Gramineenhalme und -spelzen erinnern. In Quetschpräparaten kommen nebst den fest auf den Sklereidenbündeln sitzenden Massepartikeln die Zellen des Hypoderms vornehmlich zur Ansicht.

Bei *Melanthera angustifolium* (Gardn). erscheint die Masse in ziemlich gleich breiten parallelen Querbinden mit Anastomosen. Von *M. deltoidea* etwas abweichend.

Spilanthes oleracea L. (Abbildung siehe Hofmann, l. c., p. 230, Fig. 116 *Q*). An der halbreifen Frucht bildet die Masse ein sehr regelmäßiges Netz mit länglich-eiförmigen Netzlücken. Die reife Frucht besitzt eine mit Rücksicht auf die geringe Größe der Frucht auffallend starke Lage der Masse mit runden in Querreihen stehenden Lücken und kräftigen Querbinden. Das mechanische Gewebe ist an den Breitflächen auf eine einzige Reihe von Bastfaserzellen reduziert; an den Kantenflügeln dagegen in Bündeln entwickelt. Es ist staunenerregend, wieso die Frucht bei dieser ärmlichen Ausbildung des mechanischen Gewebes eine so gewaltige Quantität der Masse zu produzieren vermag. Das Füllgewebe der Kantenflügel besitzt Netzzellen, die auch in den kurzen Höckern der Frucht (wie bei *Dahlia*) vorkommen.

Encelia mexicana Mart. Die Masse bildet braune Platten mit eng aneinander gereihten Längsstreifen; in diesen sind schwarze, runde, ziemlich kleine Flecke — in gebrochenen Querlinien angeordnet — eingelagert. Die Flecke erscheinen in der Queransicht als kurze, stumpfe Erhabenheiten. Der Bastfasermantel ist durch schmale einreihige Parenchymbrücken in Bündel geteilt, macht aber doch einen einheitlichen Eindruck. Das Hypoderm ist, wenn es vorhanden, nur einreihig. Die Masse entspricht in ihrem Aussehen etwa dem *Coreopsis*-Typus.

Helianthella Pringlei Gray. Auch hier sind die Längsstreifen der Masse gut ausgeprägt; im übrigen stellt sie ein dichtes Netz dar. Die Epidermiszellen besitzen sehr stark verdickte Außenwände, einzelne ragen infolge von Vergrößerung als Buckeln hervor. Das gut entwickelte Hypoderm ist zumeist zweireihig, die Zellen streng radial angeordnet; mitunter ist nur eine radial stark gestreckte Zelle vorhanden. Die zu Bündeln vereinigten Bastfasern bilden drei Reihen.

Actinomeris squarrosa Nutt. Die breitgeflügelten Früchte zeigen in ihrem Bau die nahe Verwandtschaft mit *Verbesina* an. Da die vorliegenden Muster noch ziemlich jugendlich waren, so sind nur die ersten Stadien der Masseentwicklung zu beobachten. Sie bildet Platten mit sehr zahlreichen kleinen Lücken, so daß jede Platte ein Netz darstellt. Die Epidermis ist großzellig, das Hypoderm ist wie bei *Helianthus* aus radial angeordneten und tangential gestreckten dünnwandigen Zellen zusammengesetzt. Die Bastfasern bilden zwei Reihen. Die Flügel sind wie bei *Verbesina* gebaut und enthalten getüpfelte Füllzellen; die Masse setzt sich in dieselben nicht fort. Wie schon bemerkt, ist die Gattung nach dem Bau der Frucht (vergl. Hoffmann, l. c., p. 239, wo zur Sektion II von *Verbesina* auch *Actinomeris* Nutt. zum Teil gerechnet wird) der Gattung *Verbesina* sehr nahestehend.

Zexmenia ceanothifolia Schultz Bip. (Abbildung d. Frucht von *Z. goyazensis* [Gard.] Benth. siehe Hoffmann, l. c., p. 230, Fig. 116*N*). Die Masse erscheint aus nicht zusammenhängenden in Längs- und Querreihen geordneten Stücken zusammengesetzt. Die Flächenansicht erinnert an eine gefleckte Schlangenhaut. Zäpfchenlücken sind vorhanden, das Hypoderm ist wie bei *Helianthus* entwickelt.

Verbesina encelioides (Cav.) Benth. et Hook. fil. (*Ximenesia encelioides* Cav.). Die Masse bildet ein kontinuierliches Netz mit stärkeren Querbinden und zahlreichen ziemlich großen in geraden Querlinien angeordneten Lücken. Der Querschnitt der geflügelten Frucht bietet manches Bemerkenswerte. Die Flügel (Taf. II, Fig. 33*F*) sind aus sehr zierlich gekreuzt streifigen Zellen zusammengesetzt. Die großzellige Epidermis (Fig. 33, $_1$) deckt ein vielreihiges, nach dem *Helianthus*-Typus gebautes Hypoderm mit radial angeordneten und tangential gestreckten, mitunter ebenfalls netzförmig verdickten Zellen. An der Innenseite des ununterbrochenen Bastfasermantels (Fig. 33, $_4$), und zwar an den Kantenseiten der Frucht liegt je ein Gefäßbündel *(G)*. Die Masse, wie stets ein Belag des Bastfasermantels (Fig. 33, $_3$), ist dadurch ganz besonders ausgezeichnet, daß sie sich in die gemeinsamen Radialwände des Hypoderms (Fig. 33 bei x), diesen in ihrem gewundenen Lauf folgend, fortsetzt; eine zweite zur Hauptlage parallele Schicht an den Tangentialwänden der innersten Hypodermzellen tritt aber bei dieser Art nicht auf.

Wohl ist aber dies der Fall bei *V. helianthioides* (Nutt.) (=*Actinomeris oppositifolia* DC. = *A. helianthioides* Nutt.). Das Hypoderm besitzt meist drei Zellreihen; die außen gelegenen Zellen sind feingetüpfelt (Taf. II, Fig. 34, $_2$); an der äußeren Tangentialseite der innersten Hypodermzellreihe befindet sich eine dünne Lage der Masse, die insbesondere in den »Zwickeln« stärker hervortritt (Fig. 34, 3*a*); auch die Radialwände führen die Masse. In der Flächenansicht erscheint sie als ein sehr dichtes kleinlückiges Netz mit etwas in die Breite gezogenen Lücken. Die Bastfaserzellen sind mit zahlreichen Zäpfchen versehen, ziemlich schmal und stehen in 2 bis 3 Reihen. Es ist bei dieser Art wieder eine der Hauptmasse vorgelagerte Nebenmasse zu beobachten, wie dies bei *Xanthium* und *Rudbeckia* der Fall ist; wegen der mehrfachen Zellreihen des Hypoderms bleibt die Nebenmasse innerhalb desselben und tritt mit der Epidermis in keine Verbindung.

Subtribus **Coreopsidinae.**

Guizotia abyssinica (L.) Cass (= *G. oleifera* DC., Abbildung siehe Hoffmann, l. c., p. 240, Fig. 118*D,* und p. 241, Fig. 119*A*). Die Niger- oder Ramtillfrüchte sind mehrfach beschrieben, so von Pfister,[1] König,[2], Winton[2] und von mir.[4]

Die Masse bildet den Bastbündeln entsprechend schmale Platten mit helleren und dunkleren Stellen, letztere mitunter in Querbinden geordnet. Die Zäpfchenlücken sind sehr klein und nicht zahlreich. Der Bau der Frucht ist durch eine bei den Kompositen sehr seltene Ausbildung des Hypoderms charakterisiert: Letzteres besteht aus einer Reihe von Zellen, die im Querschnitte an die Spulenzellen der Papilionaten-Samenschale erinnern; sie sind am Scheitel und an der Basis erweitert, in der Mitte verengert; ihr Gestalt entspricht sonach den Abschnitten eines Doppel-**T**-Eisens. Die Bastfaserbündel sind gerundet und etwas tangential gestreckt.

Bei *Guizotia Schultzii* Hochst. var. *hispida* besitzt die Masse den gleichen Bau; die Anordnung der dunkleren Partien in Querbinden tritt häufiger auf, scheint also ein Kennzeichen der Art zu sein.

Coreopsis Drumondii Torr. et Gray (Abbildung verschiedener Arten siehe Hoffmann, l. c., p. 240, Fig 118*Q*—*T*). Der Bau der Masse ist von mir beschrieben und abgebildet in Wiesner's Festschrift, p. 149, Fig. 7. Das Charakteristische liegt in dem Gegensatz zwischen Längs- und Querbinden. »Je 3 bis 5 parallellaufende dünne schwarze Streifen — mit Saiten vergleichbar — bilden scharf abgetrennte Gruppen; sie sind durch verschieden große, fast in regelmäßigen Abständen aufeinanderfolgenden Brücken miteinander verbunden; besonders deutlich läßt sich dieser Typus an jugendlichen Exemplaren erkennen: die schwarzen Brücken (Querbänder) sind querbreiter und senden in die (sie gewissermaßen durchziehenden) Fäden Fortsätze aus, so daß die Brücke gezackt oder querbreit-sternförmig aussieht.« Die primäre braune Haut ist reich an sehr kleinen Zäpfchenlücken und bietet genau dasselbe Bild wie Fig. 35 auf Taf. III, die die primäre Haut von *Perymenium discolor* darstellt. An der reifen Frucht ist kein Hypoderm zu beobachten (vgl. auch Gerdts., l. c., p. 31).

Einzelne Früchte sind geflügelt. Die Flügel bestehen aus einer Reihe quer abstehender bastfaserartiger Zellen, die an der Außenseite von kleinen, kurzen, mit der Längsaxe normal darauf liegenden Sklereiden bedeckt sind.

Genau dieselbe Ausbildung der Masse zeigt *Coreopsis (Calliopsis) Atkinsoniana* (Dougl.). Besonders hervorzuheben ist aber, daß auch die aus den Randblüten hervorgegangenen samenlosen blattartigen Früchte beider Arten die Masse in derselben Form besitzen, nur sind die Brücken schmäler und die Längsstreifen sind durchwegs gleich weit von einander entfernt; Zwischenräume zwischen Gruppen derselben sind nicht vorhanden. In kleiner Vergrößerung erscheint die Oberfläche der Masse wie mit kleinen Quadraten übersäet. Die Frucht von *C. aristosa* Michx. zeigt die Masse in derselben Form, wie die oben angeführten Arten. Sie enthält außerdem einen in Kali rubinrot sich lösenden Farbstoff.

Dahlia variabilis (W.) Derf. In der Flächenansicht erscheint die Masse als ein zierliches Netz mit elliptischen oder schmaleiförmigen Maschenlücken und unregelmäßig verlaufenden Querbinden, die schmalen Längsstreifen ziehen auch durch die Maschenlücken. Am Querschnitte zeigt die Masse stark vorstoßende Spitzen. Das Hypoderm ist nur unter den Perikarp-Höckern in Form von Bündeln gestreckter sklerenchymatischer Zellen erhalten. Über diese und den Bau der Perikarphöcker siehe meine Abhandlung im Bericht d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1910, p. 35 ff., woselbst auch eine Partie des

---

[1] Öllieferndе Kompositenfrüchte, Landw. Versuchsstat. 1894, XLIII, Abh. 9.

[2] Untersuch. landw. u. gewerbl. Stoffe, p. 309, Fig. 81.

[5] In Moeller, Mikroskopie der Nahrungs- und Genußmittel, 2. Aufl., p. 333, und Winton-Moeller, The Microscopy of Vegetable foods, New York 1906, p. 200.

[1] In Wiesner, Rohstoffe des Pflanzenreichs, 2. Aufl., 2. Bd., p. 870.

Perikarpquerschnittes abgebildet ist. Zu bemerken ist noch, daß sich die Masse auch in die Randflügel fortsetzt, in denen, diesem Vorkommen entsprechend, auch Bastfaserbündel auftreten.

Chrysanthellum procumbens Rich. (= *Hinterhubera Kotschyi* Schultz Bip.). Die Mehrzahl der Früchte ist geflügelt. Die Masse ist in beiden Fruchtformen als ein regelmäßig gebautes Netz entwickelt. Das Hypoderm ist in mehreren Reihen vorhanden, die innersten Hypodermzellen besitzen sklerenchymatischen Charakter. Der geschlossene Bastmantel ist bei den geflügelten Früchten an den Breitseiten einreihig, an den Kanten stärker entwickelt (Taf. II, Fig. 37). Die dickeren flügellosen Früchte besitzen einen durchwegs mehrreihigen Fasermantel. Die Flügel enthalten poröse, mäßig dickwandige Zellen (Fig. 37_2).

An zahlreichen Stellen beobachtet man das Eindringen der Masse zwischen die innersten sklerenchymatischen Hypodermzellen.

Thelesperma (Cosmidium) Engelmanni (?, nicht im Ind. Kew.; Abbildung der Früchte von *T. scabiosioides* Less. siehe Hoffmann, l. c., p. 240, Fig. 118 *E*). Die starre, harte Frucht ist dicht mit Warzen und Höckern besetzt; die am Rücken der Frucht befindlichen Höcker tragen ein aufgesetztes Spitzchen, auf dem eine stark sklerosierte einzellige Hakenborste sitzt. Unter der dickwandigen Oberhaut liegt das Hypoderm, das aus langen radial gestreckten, fast säulenförmigen, porösen, mäßig sklerosierten Zellen besteht. Die Höcker werden von dem Hypoderm in der Weise gebildet, daß die Hypodermzellen in streng radialer Anordnung sich bedeutend vermehren, wobei sie aber kürzer und nahezu isodiametrisch werden. Zwischen diesem und dem dreireihigen geschlossenen Bastfasermantel liegt die Masse; sie ist also hier zwischen zwei sklerenchymatischen Geweben gelagert; man könnte auch sagen, daß die bei *Helianthus* gewissermaßen angedeutete Sklerosierung bei *Thelesperma* sich weiter entwickelt hat. Die Masse bildet ein zierliches Netz mit kleinen runden, oft zu zwei bis drei verschmolzenen, in Längs- und Querreihen angeordneten Zäpfchenlücken; ihre Größe ist sehr verschieden, meist sind sie paarweise einander genähert. Die Masse ist vollständig schwarz, braune Partien wurden nicht beobachtet.

Bidens bipinnata L. (Abbildung der Frucht von *B. tripartita* L. siehe Hoffmann, l. c., p. 240, Fig. 118 *M*). Der Bau der Masse ist beschrieben in Wiesner's Festschrift, p. 147 und Fig. 6. Das typische Bild für die Gattung *Bidens* reiht sich dem von *Coreopsis* an: Die Masse erscheint wie aus fast rektangulären Schuppenplättchen zusammengesetzt, die durch dünne, parallellaufende schwarze Fäden zusammengeheftet und verbunden sind. Die Fäden fließen mitunter zusammen und sind dann durch längliche Lücken unterbrochen, die Schuppenplättchen zeigen auch eine Anordnung in schief laufenden Reihen. — Die Frucht bildet ein vierseitiges Prisma mit rhombischem Querschnitte, besitzt vier stark vortretende Kantenrippen und auf jeder Seitenfläche zumeist eine, seltener zwei Mittelrippen, insgesamt 8—10 Rippen. Im Querschnitte erscheinen die Rippen als Bogen, von Bastfasersäulen ausgefüllt, zwischen ihnen befinden sich tief hineinreichende Buchten. Das Hypoderm ist an den Bogen einreihig, in den Buchten dagegen enthält es eine reichere Zellage, da sich die Epidermis den tiefen Einbuchtungen nicht vollständig anschließt, sondern seicht über dieselben hinwegstreicht. Kocht man einen Querschnitt in Kalilauge, so treten alle Gewebselemente klar hervor; die Epidermis mit stark kutikularisierter Außenfläche, die Hypodermzellreihe, die Masse und die Bastfasern; von diesen erscheint die äußerste Reihe bräunlich, die nächstfolgende ebenso aber heller gefärbt, die dritte farblos.

Die Frucht von *Bidens serrata* Pav. ist kaum 1 *mm* breit, 1 *cm* lang, schwarzbraun, gekörnelt, besitzt nach aufwärts gerichtete spitze Borstenhaare, an den drei Pappusborsten sind sie dagegen nach abwärts gerichtet. Die Masse zeigt denselben Bau, wie die von *B. bipinnata*; das Hypoderm ist einreihig, nur in den Buchten bildet es ein Füllgewebe; die Masse folgt genau den Konturen der Rippen und Buchten. Genau so verhält sich die Sache auch bei *Bidens abyssinica* Schultz Bip., dessen Früchte durch die stark vorspringenden Kantenleisten ausgezeichnet sind. Auch hier ist die Masse durch rektanguläre Schuppenplättchen, die durch dünne schwarze Fäden zusammengeheftet sind, charakterisiert.

In der Frucht von *Bidens tripartita* L. zeigt die Masse insoferne eine kleine Abweichung von dem Verhalten bei den übrigen *Bidens*-Arten, daß die dunklen Flecke sich einander nähern, in Verbindung treten und somit ein vollständiges Netz erzeugen; es entstehen gebrochene Querbinden. Bezüglich der Entwicklungsgeschichte der Masse ist folgendes zu bemerken. An dem Fruchtknoten finden sich schon vereinzelte Masseknäuel vor, die an abgeblühten sich korallenartig ausgestalten, an älteren Früchten zu Netzstücken verbinden. Im Chromsäure-Schwefelsäuregemisch bleiben lediglich diese Masseknäuel und Korallenformen zurück; mitunter zeigt sich noch eine sehr zarte, farblose Haut persistent, an der aber keine Zäpfchenlücken oder Längsstreifen — entsprechend den Bastfaserrändern — zu beobaehten sind. Die typische braune Haut, die bei den meisten Kompositen (mit der Masse) die primäre Anlage der Masse bildet, ist nicht sicher nachweisbar. Der Fruchtknotenquerschnitt (Taf. II, Fig. 38) zeigt die großzellige Epidermis mit stark verdickter und gerunzelt kutikularisierter Außenwand, eine Zellreihe als Hypoderm (2) und die noch ziemlich dünnwandigen, spärlich vorhandenen Bastfasern, auf deren Außenseite stellenweise die Masse (3) aufgelagert ist; vereinzelt ragt diese auch in eine Radialwand der Hypodermzellen hinein. An der reifen Frucht (Taf. III, Fig. 39) ist das Hypoderm durch drei bis vier Reihen radialgestreckter und dünnwandiger Zellen vertreten. Der geschlossene Bastfasermantel ist meist zweiteilig, die Masse kontinuierlich zwischen diesem und dem Hypoderm gelagert (3). Die Zellen der ersten Fasermantelreihe sind braun gefärbt.

Cosmos caudatus H. B. K. In der Flächenansicht beobachtet man schwarze, dichte Platten, mit zahlreichen sehr kleinen Zäpfchenlücken; die Masse zieht sich auch in den Schnabel der Frucht in Gestalt schmaler Streifen. Der durch seine Symmetrie ausgezeichnete Querschnitt klärt über das Verhalten der Masse auf. Er bildet ein Quadrat, das aber in der Mitte der Seiten je eine tiefe Bucht besitzt, in der ein flacher Zapfen vorspringt; auf die Längsansicht bezogen, ist dieser eine in der Einbuchtung liegende erhabene Leiste. Der Bastfasermantel ist geschlossen, die Masse folgt allen Einbuchtungen als ein kontinuierlicher Belag (Taf. II, Fig. 40). In den Ecken ist der Bastfasermantel selbstverständlich am stärksten entwickelt und führt auf seiner Innenseite ein großzelliges Parenchym (5). Das Hypoderm ist gut ausgebildet und besteht aus einer Reihe radialgestreckter Zellen.

Subtribus: **Galinsoginae.**

Galinsoga parviflora Cav. Die sehr kleinen Früchte führen die Masse in Gestalt sehr schmaler, von den Längsstreifen begrenzter Platten, die durch parallele kurze Querbinden wie gefächert erscheinen. Dieses Verhalten erinnert an das von *Montanoa* und *Stemmatella microglossa.* An den Längsseiten der Platten bilden die Querbinden mit den Längsstreifen stärkere Masseanhäufungen. Die Platten entsprechen den kleinen Bastfaserbündeln des mechanischen Gewebes, die nur durch einen schmalen Zwischenraum, in den die Masse auch hineinragt, voneinander getrennt sind. Die Oberhaut ist kleinzellig, das Hypoderm besteht aus einer Zellreihe. Der Reichtum der kleinen Frucht an Masse ist erstaunlich.

Raillardia ciliolata DC. Die jugendlichen Früchte zeigen ein dichtes Netz der Masse; reife Früchte standen nicht zur Verfügung.

Subtribus: **Madinae.**

Madia sativa Mol. Histologisch beschrieben von A. Winton, The Anatomy of Certain Oil Seeds with Especial Reference to the microscopic Examination of cattle foods. Conn. Agr. Exp. Stat. Rep. 1903, 175; ferner in J. Moeller, Mikroskopie der Nahrungs- und Genußmittel, Berlin 1905, p. 332 und in A. L. Winton, The Microscopy of vegetable foods, New York 1906, p. 197. Die Kohleschichte bildet tiefbraune Platten, den Bastfaserbündeln entsprechend, mit kleinen Zäpfchenlücken und nur undeutlich zwischen lichteren Stellen hervortretenden Querbinden; im allgemeinen steht die Masse in ihrer Ausbildung jener von *Galinsoga* sehr nahe. Die Epidermiszellen sind auf der Außenseite gewölbt, ziemlich

dickwandig und besitzen an den Radialwänden Poren; das Hypoderm ist nur von einer Zellreihe gebildet, mitunter auch resorbiert, die Bastfaserbündel sind ziemlich mächtig.

Laya Douglasii Hook. et Arn. (Abbildung der Frucht von *L. glandulosa* H. A. siehe Hoffmann, l. c., p. 249, Fig. 121 *D*). An den ganz jugendlichen Früchten, die zur Verfügung standen, konnte die primäre braune Haut mit den knäuelförmigen Auflagerungen beobachtet werden.

Achyrachaena mollis Schauer (Abbildung der Frucht siehe Hoffmann, l. c., p. 249, Fig. 121 *J*). Die keulenförmige, etwa 1 *cm* lange, zehnrippige Frucht — von den weiblichen Blüten — ist von den Hüllblättern eingeschlossen; die der Zwitterblüten trägt dagegen fünf Pappusschuppen von der Länge der Frucht und fünf damit abwechselnde kürzere äußere. Der Bau der Masse entspricht dem der vorigen Gattungen. Den Bastfaserbündeln entsprechend, gliedert sich die Masse in gewölbte Platten, die auch die radialliegenden Seiten der Bastfaserbündel zum Teil umgeben. Die Platten zeigen in der Fläche zahlreiche dunkle Flecke, die sich von der Seite als schmalkegelige Spitzen erweisen. Hypoderm ist an der reifen Frucht nicht zu beobachten.

Tribus: **Helenieae.**

Subtribus: **Jauminae.**

Jaumea Compositarum Benth et Hook. fil. An der jugendlichen Frucht tritt die Masse als Netz auf. Hypoderm vorhanden.

Subtribus: **Heleninae.**

Perityle Jaliscana A. Gray. Die Fruchtknoten sind nach dem Verblühen braun und zeigen die primäre braune Haut mit Knäuelauflagerungen; am Fruchtrande sind letztere schon zu einem Netz vereinigt; Zäpfchenlücken sehr klein, zahlreich.

Closia Cotula Remy. Die junge noch hellbraune Frucht weist die primäre braune Haut auf, die Längsstreifen und Zäpfchenlücken besitzt. Die reife Frucht besitzt eine dichte schwarze, gänzlich undurchsichtige Masseschicht, an der auch insbesondere an den Längsseiten schwarze Spitzen hervorragen. Zerquetscht man ein Flächenpräparat, so lösen sich die schwarzen Teile der Masse in kantigen Bruchstücken ab und die an den Bastfasern haftende Partie erscheint braunrot und zeigt auch zahlreiche ziemlich große Zäpfchenlücken. Die bedeutende Menge der Masse an der kleinen Frucht ist sehr bemerkenswert. Hypoderm nur rudimentär zu beobachten.

Flaveria repanda Lag. (= *Brotera trinervata* Pers., *Broteroa trinervata* DC. Abbildung der Frucht von *F. Contrayerva* Pers. siehe Hoffmann, l. c., p. 259, Fig. 125 *B*). Die Köpfchen, zu knäuelförmigen Trugdolden vereinigt, sind zumeist ein-, seltener zweiblütig; die reife Frucht ist von dem gelben Hüllblatt völlig umschlossen. Fig. 41 (Tafel III) zeigt eine Querschnittspartie; *A* ist der Querschnitt des Hüllblattes, *B* der der Frucht, die einen geschlossenen schmalen, nur an den Rippen etwas stärkeren Bastfasermantel besitzt.

Der Bau der Masse ist einer der merkwürdigsten, der bisher beobachtet werden konnte. Wird durch Einlegen in das Wiesner'sche Chromsäure-Schwefelsäuregemisch die Frucht zerstört, so bleibt die Masse in Gestalt einer tiefbraunen Haut zurück. Auf dieser lagern in regelmäßig diagonal angeordneten Reihen schwarze Kegelchen (Spitzen) der Masse, die durch gerade, deutlich doppelt konturierte braune Massestreifen miteinander verbunden sind. Diese Streifen bilden regelrechte Rhomben, deren Eckpunkte eben durch die Spitzen eingenommen werden (Tafel III, Fig. 42). Die braune Haut ist von zahlreichen Zäpfchenlücken durchbrochen. Um die Einzelheiten dieser Ausbildung genau zu verfolgen, ist die Einstellung des Objektivs von der höchsten Lage bis zur tiefsten vorzunehmen. In Fig. 42 sind zwei Einstellungen, eine hohe bei *b* und eine tiefere bei *c*, kombiniert worden. Bei hoher Einstellung sind die Rhombenstreifen

scharf und deutlich, die Spitzenflecke undeutlich verschwommen zu sehen; in ihrer Mitte erscheint eine Stelle schwarz, die der Spitze des Kegelchens entspricht. Bei tiefer Einstellung *(c)* treten die Rhombenstreifen bis zum völligen Verschwinden zurück, die Spitzenflecke sind als Basen der Kegel scharf begrenzt, die Zäpfchenlücken werden sichtbar; bei tiefster Einstellung endlich treten auch die braunen Längsstreifen als Begrenzungen der darunter liegenden Bastfasern in das Gesichtsfeld. Stellenweise ist diese Bildung durch schmale Längsstreifen unterbrochen, zwischen denen große Lücken in Reihen die Masse durchbrechen (Fig. 42, *a*); von den Streifen ragen Spitzen der Masse seitwärts. Am Querschnitte (Fig. 41) erscheint die Masse als ein dichter, genau den Rippen sich anschließender Mantel (Fig. 41, $_3$), von dem zahlreiche Spitzen nach auswärts ziehen; die äußere Umgrenzung bildet ein farbloser Saum, wohl der Rest der Epidermis; an der reifen Frucht sind die einzelnen Epidermiszellen nicht mehr zu beobachten.

Genau denselben Bau weist auch die Masse in der Frucht von *Flaveria contrayerva* Preuß. auf. Es ist somit ein ausgezeichnetes generelles Merkmal von *Flaveria.*

Wieso die rhombischen Maschen zustande kommen, läßt sich an der reifen Frucht nicht feststellen. Es läge nun nahe, anzunehmen, daß die Verbindungsstreifen der Spitzen den Zellkonturen der außerhalb des Bastfasermantels gelegene Zellschicht entsprechen, in deren »Zwickeln« die Spitze sich entwickelten. Dies ist aber nicht der Fall, wie in dem Abschnitt über die Masse und ihre Entwicklung des näheren angegeben ist.

Villanova oppositifolia Lag. (=*Vasquezia* Philippi; Abbildung der Frucht von *V. pratensis* Benth. et Hook. fil., siehe Hoffmann, l. c., p. 256, Fig. 124 *E, F*). Die Flächenansicht der Masse gleicht der von *Alomia,* nur sind die Querbinden in kurze Stücke mit kräftigen Spitzenkegeln aufgelöst, zugleich eng aneinander gereiht und schief verlaufend. Die braune Haut hat daher ein schuppig-gefeldertes Aussehen; sie besitzt zahlreiche Zäpfchenlücken.

Schkuhria abrotanoides Roth. (Abbildung der Frucht siehe Hoffmann, l. c., p. 256, Fig. 124 *D*). Zeigt das gleiche Verhalten wie *Villanova*; die Spitzenkegel sind schmäler und kürzer. Die primäre braune Haut ist wie ein Sieb durchlöchert.

Hymenopappus filifolius Hook (Abbildung der Frucht von *H. Palmeri* [A. Gray.] O. Hoffm., siehe Hoffmann, l. c., p. 256, Fig. 124 *J*). Auf der braunen, siebartig durchlöcherten Haut liegen schwarze, verschieden breite, meist schmale, unregelmäßig anastomosierende Querbinden; in starker Vergrößerung erscheinen die Zäpfchenlücken verschieden groß, neben größeren runden treten zahlreiche kleine auf, so daß stellenweise ein zartes, sehr zierliches Netz entsteht. Der Bastfasermantel ist geschlossen, das Hypoderm ist aus einer Reihe rundlicher Zellen zusammengesetzt.

Florestina pedata Cass. (Abbildung der Frucht siehe Hoffmann, l. c., p. 256, Fig. 124, *K*). Die Masse ist wie die von *Villanova* und von *Schkuhria* (der die Gattung sehr nahe steht) gebaut. Als kleine Abweichung ist anzugeben, daß die Kegelspitzen näher aneinander gerückt sind, daher die Querbinden deutlicher wahrzunehmen sind; Zäpfchenlücken minder zahlreich.

Palafoxia linearis Lag. Die zur Untersuchung vorgelegene Früchten waren nicht ausgereift; an jüngeren war die Masse noch im Knäuelstadium zu beobachten, an älteren fand sich ein Netz mit unregelmäßiger Maschenbildung und Andeutung von Querbinden vor; an einzelnen waren auch Kegelspitzen entwickelt.

Eriophyllum caespitosum Dougl. (= *Bahia lanata* DC.). Nur Fruchtknoten. Die braune Haut trägt die Knäuel und verzweigte Streifen.

Chaenactis Douglasii H. A. (*Macrocarphus* Nutt.). Der Querschnitt der Frucht ist eiförmig und zeigt schwache Rippen durch den wellenförmig verlaufenden Kontur an (Taf. III, Fig. 43). Die Masse bildet wie das mechanische Gewebe einen geschlossenen Mantel (Fig. 43, $_3$ und $_4$), der ebenfalls Rippen bildet

die durch sehr enge Fugen voneinander abgetrennt sind. Den innigen Zusammenhang der Masse mit dem Bastfasergewebe beweist auch das Auftreten von Bastfasern im Fugenteil (Taf. III, Fig. 44 bei *x*); es kommen mitunter auch isolierte Bastfaserbündel im Fugenteil zur Entwicklung. Die an der Außenseite dickwandigen Oberhautzellen sind von einer reichlichst gefalteten Cuticula überdeckt (Taf. III, Fig. 44, $_{1cu}$) Das Hypoderm ist aus einer Reihe radialgestreckter, sklerosierter, reichlich poröser Zellen gebildet (Fig. 44, $_2$). Mitunter ist eine Hypodermzelle durch eine Querwand in zwei Zellen gegliedert. Die Hypodermzellen sind genau so gebaut wie die von *Dahlia,* wo sie bekanntlich nur in vereinzelten Bündeln als Träger der Perikarphöcker entwickelt sind. In der Flächenansicht zeigt sich die Masse in Gestalt brauner Platten mit schmalen Längsstreifen und aufgesetzten viereckigen schwarzen Flecken und mit mäßig zahlreichen Zäpfchenlücken.

Bahia ambrosioides Lag. (Abbildung der Frucht von *B. oppositifolia* T. G., siehe Hoffmann, l. c., p. 256, Fig. 124 *O*). Die noch sehr jugendlichen Früchte besitzen die braune, primäre Haut mit reichlicher Knäuelauflagerung und Kegelspitzen; eine Andeutung von Querbinden ist wahrzunehmen.

Subtribus: **Tagetininae.**

Tagetes, Dysodia, Syncephalantha und *Porophyllum* weisen in Bezug auf die Masse einen einheitlichen Bau auf, der als *Tagetes*-Typus bezeichnet werden soll. Die Masse tritt in Form schmaler Platten auf, die an den vollreifen Früchten homogen schwarz sind und dem freien Auge wie kurze roßhaarartige Fäden erscheinen; bei nicht vollständiger Ausbildung zeigen die Platten lichtere und dunklere Partien, so daß sich die Flächenansicht als ein unregelmäßiges Netz präsentiert. Die nahe Verwandtschaft dieser Gattungen, insbesondere von *Tagetes* und *Dysodia,* ist auch systematisch festgestellt, daher die beiden letzteren (mit den von mir nicht untersuchten Gattungen *Adenopappus* und *Nicolletia*) von Baillon zu der einen Gattung *Tagetes* vereinigt werden.

Tagetes erectus L. Über den Bau und die Entwicklungsgeschichte der Masse siehe T. F. Hanausek, Sitzungsbericht der Akademie der Wissenschaften, Wien 1907, Bd. 116, p. 17ff. und Taf. I, Fig. 1—4; Abbildung der Frucht siehe Hoffmann, l. c., p. 264, Fig. 126 *B*).

Den gleichen Bau weisen auf: *Tagetes patulus* L., *T. lucidus* Cav., *T. stipularis* Mikulz (undeutliches Netz), *T. crispus* (nicht im Index Kewens. angegeben), *T. fistulosus* (ebenfalls nicht im Index Kewensis angegeben).

Dysodia chrysanthemoides Lag. (= *Tagetes pumila* Hort. Pis.), als Vertreter der Sektion *Eudysodia,* steht der vorigen Gattung am nächsten. Die Frucht ist im Querschnitt gerundet-vierseitig oder elliptisch, die Fruchtschale sehr dünn. Die Masse bildet Platten, auf denen Kegelspitzen und unterbrochene Querbänder entwickelt sind, die aber auch stellenweise ganz dicht erscheinen. Im Querschnitt bilden die Platten Halbbögen, die die Bastfaserbündel umschließen; die Oberhaut ist kleinzellig, die Außenwand nur wenig verdickt, das Hypoderm nur mehr in den Buchten in Resten vorhanden.

Sehr ähnlich ist *D. tagetiflora* Lag. gebaut, an deren Frucht die Masse Stäbe wie bei *Tagetes erectus* bildet. Ebenso bei *D. acerosa* DC. (= *Hymenatherum acerosum* Gray), deren zarte, fast fadenartige Frucht sehr schmale Platten oder Stäbe besitzt.

Eine sehr bedeutende Abweichung, insbesondere im Bau der Fruchtwandgewebe, zeigt *D. glandulosa* O. Hoffm. (*Adenophyllum coccineum* Pers., *Wildenowa* Cav.), die eine selbständige Stellung dieser und der folgenden Art, wie sie Persoon als *Adenophyllum* angenommen, wohl rechtfertigen würde. Die ziemlich große schwarze Frucht zeigt die Masse in gewölbten Platten, an denen stellenweise eine Netzbildung mit Spitzen zu sehen ist. Die Bastfaserbündel sind isoliert und deren radiale Seitenwände ebenfalls von der Masse bedeckt; bei der Präparation von Flächenobjekten brechen diese seitlichen Massestücke fast immer ab, daher nur die Außenseite erhalten bleibt (Taf. III, Fig. 45, $_3$). Eine

sehr auffallende Ausbildung weist die Epidermis auf. In der Flächenansicht erscheint sie aus langgestreckten, schmalen, fast rechteckigen oder schmal trapezförmigen braunen Zellen zusammengesetzt. Am Querschnitte zeigt sich folgendes: die Außenwände der Oberhautzellen sind mächtig verdickt und etwas papillös vorgewölbt und an ihren radialen Seiten so innig miteinander verschmolzen, daß sie insgesamt einem massiven, wellenförmig verlaufenden Bande gleichen (Taf. III, Fig. 45, $_1$). Die tangentialen Innenwände sind schmächtiger und flach, sie bilden gewissermaßen die Basis des im Umrisse dreieckigen Lumens; einzelne Zellen der Epidermis ragen borstenförmig über die übrigen hervor. Das Hypoderm ist nur mehr rudimentär, doch kann man mitunter noch zwei Zellreihen gut erkennen. Bemerkenswert ist auch die innere Netzzellenschicht mit lyraförmigen Netzverdickungen.

Auch *D. porophylla* DC. (=*Adenophyllum Porophyllum* Hemsl. =*Pteronia Porophyllum* Cav.) zeigt denselben Bau des Perikarps und der Masse; die Kegelspitzen sind besonders reichlich entwickelt.

Syncephalantha decipiens Bartl. Die Masse besteht aus Platten und Stäben wie bei *Tagetes,* mitunter mit netzförmiger Zeichnung.

Porophyllum lineare DC. Verhält sich genau so wie vorige Gattung und Art: Die Masse bildet Platten und Stäbe nach dem *Tagetes*-Typus, in denen durch hellere Partien eine netzförmige Zeichnung angedeutet ist.

Dasselbe gilt für *Porophyllum angustissimum* Gard.

Pectis prostrata Cav. (Abbildung des oberen Teiles der Frucht von *P. angustifolia* Torr. siehe Hoffmann, l. c., p. 264, Fig. 126, *H*). Bei dieser Gattung ist der »Pappus von Art zu Art verschieden, bald aus zuweilen zu einem Krönchen verwachsenen Schuppen, bald aus Borsten, bald aus Schuppen und Borsten bestehend, bei den Randblüten zuweilen weniger und zum Teil einseitig entwickelt. (Hoffmann, p. 267). Bei der vorliegenden Art ist der Pappus aus Borsten zusammengesetzt. Die Masse tritt als braune, längsgestreifte Haut auf, der in Längsreihen angeordnete, durch ihre Länge ausgezeichnete Kegelspitzen aufgesetzt sind. Am Querschnitt ist von den so sehr gebrechlichen Spitzen nichts zu sehen. Die Bastfasern bilden nur einreihige Bündel, die von einer reichlichen Menge der Masse überdeckt sind (Taf. III, Fig. 46, $_{3}$, $_{4}$); in den Buchten tritt häufig auch eine Bastfaser auf, die Platten der Masse sind durch eine dünne Schicht miteinander verbunden. Die Epidermis besteht aus dünnwandigen Zellen, das Hypoderm ist in den Buchten angedeutet, sonst gänzlich reduziert. Nicht selten ist selbst die Epidermis geschwunden. Im Verhältnis zu der ärmlichen Entwicklung des Bastfasermantels ist die Menge der Masse überaus bedeutend.

Pectis violacea Gray schließt sich im Baue der vorigen Art vollständig an.

Tribus: **Senecioneae.**

Subtribus: **Senecioninae.**

Arnica montana L. Bau und Entwicklung der Frucht ist ausführlich beschrieben von C. L. Gerdts, l. c., p. 50 ff. und von Tschisch-Oesterle, Anatom. Atlas, p. 273, Taf. 62; die Entwicklung der Masse allerdings in anderer Auffassung. Das Flächenbild der Masse ist ein in schmale Platten gesondertes, lockeres, unregelmäßiges Netz mit schmalen Längsstreifen, verdickten schwarzen Stellen und größeren Lücken, die sich bei Isolierung der Masse im Chromsäure-Schwefelsäuregemisch als ungedeckt erweisen. Es ist also keine primäre braune Haut entwickelt, die auch (bei derselben Behandlung) an sehr jugendlichen Früchten, an denen sich nur vereinzelte Masseknäuel zeigen, nicht beobachtet werden kann. Die Entwicklungsgeschichte ist in den Figuren 47—50 (Taf. III) bildlich wiedergegeben. In Fig 47 ist eine Querschnittspartie eines sehr jungen Fruchtknotens gezeichnet, an dem noch keine besonders scharfe Differenzierung der Gewebe auftritt; Fig. 48 dagegen läßt die Epidermis, das Hypoderm, das aus einer Zellreihe besteht, und die Anlage des mechanischen Gewebes (Fig. 48, $_4$) erkennen an der Außenseite

dieser Anlage ist weder eine Bräunung, noch ein Auftreten der Masse zu erkennen. Dieses letztere zeigt ein späteres Stadium (Fig. 49); die beiden äußeren Zellreihen des mechanischen Gewebes besitzen schon den spezifischen Charakter, indem deren Zellen verdickt und verholzt sind, die inneren Zellen sind dagegen noch dünnwandig; die Bastfasern zeigen in der Flächenansicht spitze Zäpfchen, daher auch an der Masse nicht sehr zahlreiche Zäpfchenlücken vorhanden sind. Die Masse tritt in den »Zwickeln« und auf der Außenseite der Bastzellen auf; die innere tangentiale Wand der Hypodermzellen ist zumeist deutlich erhalten. Vereinzelt finden sich auch Lücken, nämlich Interzellularräume zwischen Hypoderm und Bastfaserbündel, vor (auf die, wie es scheint, Gerdts ein besonderes Gewicht legt), in denen noch keine Masse enthalten ist.

Der Querschnitt der reifen Frucht (Tafel III, Fig. 50) läßt die Masse als dicken Belag der Bastfaserbündel beobachten. Epidermis ist nur stellenweise noch erhalten, das Hypoderm größtenteils verdrängt. Weitere Angaben sind in dem Abschnitte über die Entwicklung der Masse mitgeteilt.

Tribus: **Cynareae.**

Subtribus: **Echinopsidinae.**

Echinops corniger DC. Diese und alle übrigen untersuchten Arten der Gattung *Echinops* (*E. banaticus* Rchb., *E. sphaerocephalus* L., *E. Ritro* L., *E. candidus* Boiss., *E. exaltatus*?) bilden eine höchst bemerkenswerte Ausnahme bezüglich des Vorkommens der Masse von allen darauf geprüften Kompositen: Sie besitzen nur in den Hüllblättern[1] des (einblütigen) Köpfchens erster Ordnung die Masse, den Früchten fehlt sie vollständig. Aber auch das Vorkommen in den Hüllblättern ist ein sehr eigentümliches und bisher noch nicht beobachtetes. Auch bei *Sphaeranthus* (vgl. Taf. I, Fig. 9—10) tritt die Masse im Hüllblatt des Köpfchens erster Ordnung auf, ist aber nur den Bastfaserbündeln angelagert. Bei *Echinops* ist dies auch der Fall, aber es findet sich noch ein zweiter Herd vor, die Epidermis der Innenseite des Hüllblattes. An Flächenstücken oder durch Kalilauge aufgehellten Hüllblättern ist zunächst (bei Betrachtung der Innenfläche) ein großmaschiges, ziemlich regelmäßiges Netz der Masse wahrzunehmen, dessen Maschenlücken von Längsstreifen, die durch kurze Querstreifen verbunden sind, gebildet werden; es entstehen daher im Sinne der Hüllblattlängsachse stark gestreckte schmale Rechtecke und Trapeze. Bei Betrachtung der Außenseite des Hüllblattes sieht man auf dem nur durchscheinenden großmaschigen Netze ein engmaschiges Netz in kleineren Partien oder auch nur korallenartig verzweigte schwarze Stücke auflagern (Taf. III, Fig. 51 und 52). Wir haben demnach zwei voneinander getrennte gewissermaßen unabhängige Entstehungsherde: die Bastfaserbündel und Bastfaserplatten (Fig. 51, $_3$, $_4$) im Inneren des Hüllblattes und die Epidermis der Innenseite (Fig. 51, $_5$). Während nun der genetische Zusammenhang der Masse mit mechanischem Gewebe im ersteren Falle klar ausgeprägt ist, scheint dies bei dem Epidermisherde keine Geltung zu haben. Das ist aber nur scheinbar — denn auch hier ist die Masse an einem solchen Gewebe entstanden, da die Epidermis aus langgestreckten, ziemlich stark verdickten, reichlich porösen und mit spitzen Enden ineinander verkeilten Zellen — also echten Fasersklereiden — zusammengesetzt ist (Fig. 52, $_5$). Eine Zäpfchenbildung habe ich an den Epidermisfasern nicht beobachtet. Jede Masche des Netzes der Masse entspricht genau den Konturen der Epidermiszellen.

Nur der mittlere und untere Teil des Hüllblattes, der schon dem freien Auge an der glänzenden Innenseite bräunlich gefärbt erscheint, enthält die Masse; die lichten Spitzen sind davon frei.

Subtribus: **Centaureinae.**

Carthamus tinctorius L. (Abbildung der Frucht siehe Hoffmann, l. c., p. 325, Fig. 148 *G*). Die anatomischen Verhältnisse der Saflorfrucht sind mehrmals beschrieben worden.[2] Da das Studium der Entwicklungsgeschichte der Frucht zeigte, daß wir es hier mit einem echten Sekret zu tun haben, die

[1] Über die Lagerung der Bastbündel in den 15 Hüllblättern vgl. Heineck, l. c., p. 17 u. Taf. I, Fig. 7.

[2] Vgl. T. F. Hanausek in Wiesner, Rohstoffe, 2. Aufl., 2. Bd., p. 865 ff.

»Masse«, die eine braune Farbe besitzt und nur ganz ausnahmsweise an einzelnen wenigen Stellen schwärzlich erscheint, auf eine ganz andere Weise entsteht, wie denn auch ihr Vorkommen innerhalb der Sklerenchymschicht (nicht wie bei *Sclerocarpus* an Stelle der Mittellamelle) insofern ein sehr eigentümliches ist, als die braune Substanz einer (oder mehreren) Reihen von Zellen entspricht, so kann man *Carthamus* nicht zu den Gattungen zählen, die die »echte Masse« führen. Daß ich *Carthamus* trotzdem aufgenommen habe, hat seinen Grund in dem Verhalten des Sekretes. Zunächst bildet es eine zusammenhängende Substanz, die in ihren Durchbrechungen und Lücken, beziehungsweise Fortsätzen die Konturen der angrenzenden Sklerenchymzellen zeigt und gleich der Masse eine bestimmte Zone im Perikarp einnimmt. Weiters ist das braune Sekret aus der reifen Frucht auch im Wiesner'schen Gemisch nach wochenlanger Einwirkung nicht zerstört worden [1]. Auch die chemische Analyse weist nach Mitteilungen der Herren Dafert und Miklauz wesentliche Verschiedenheiten in der Elementarzusammensetzung der braunen Substanz von *Carthamus* gegenüber der Masse von *Tagetes, Dahlia* etc. nach. Die sehr eigentümlichen Verhältnisse rechtfertigen auch eine eingehendere Behandlung des anatomischen Baues.

Die Oberhaut der Fruchtschale besteht aus parallel zur Längenachse gestreckten, in der Flächenansicht vier- bis sechsseitigen, reichlich getüpfelten, nur wenig abgeplatteten Zellen, die an der Außenseite stark verdickt sind. Gleich der Oberhaut sind auch die übrigen Schichten des Perikarps sklerenchymatischer Natur. Die subepidermalen Zellen bilden ein meist zweireihiges Hypoderm und stellen buchtig konturierte, verholzte und poröse Sklereiden dar, die verschieden große Interzellularen zwischen sich frei lassen, also ein sklerenchymatisches Schwammgewebe repräsentieren. Die darauf folgenden Schichten enthalten enge aneinanderschließende, mächtig verdickte, gestreckte, verschieden lange, poröse Zellen mit wellenförmig gewundenen Wänden, die weiter nach innen einen deutlich faserartigen Charakter annehmen. In einer Zone zwischen diesen letzteren, einer Zellhöhe entsprechend, findet man das Sekret in breiten, vielfach anastomosierenden, unregelmäßig konturierten Platten von brauner Farbe eingeschaltet. An diese Hartschichten legt sich ein aus drei bis vier Zellreihen gebildetes Gewebe an, das aus gelblichgefärbten, mit ausgezeichnet geschichteten Wänden versehenen, im Querschnitte scharfkantig polygonalen, längsgestreckten Zellen besteht. Das an einem Ende verbreiterte Lumen enthält einen gelblichen krümeligen Inhalt. Im Fruchtknoten ist diese Schicht ein selbständiges Gewebe; Harz (l. c., p. 802) und auch Gerdts (bei *Cnicus* und *Centaurea*) bezeichnen sie als die mehrreihige Oberhaut der Samenschale. — Die folgende Gewebelage ist ein weiches, reichlich durchlüftetes Schwammparenchym, dessen Zellwände netzförmig verdickte Platten (die Stellen, an denen zwei Zellen zusammenhängen) besitzen. Das nur in dem Fruchtknoten und in der unreifen Frucht reichlich vorhandene Calciumoxalat (in Prismen) fehlt auch der reifen Frucht nicht; auch in dem Schwammparenchym (Samenschale) findet man mitunter eine Krystalldruse.

Die Flächenansicht des Sekretes ist in Wiesner's Festschrift (Taf. III, Fig. 8) abgebildet. Die Konturen der Sklereiden, zwischen denen es auftritt, sind an dem Sekret gut zu erkennen. Man kann deutlich den Umriß der angrenzenden Sklereiden mit den mehr oder weniger geraden (querlaufenden) Kurz- und den wellig gebuchteten Längswänden, sowie das Vorkommen der Poren beobachten. Die den Längswänden entsprechenden Teile der Sekretplatten sind mit Buckeln und Höckern versehen: Das Chromsäure-Schwefelsäuregemisch-Präparat macht einen frappierenden Eindruck, da es dem negativen Abdruck einer einreihigen Gewebeschicht gleicht.

Die Früchte von *Carthamus lanatus* L. und *C. oxyacantha* M. B. stimmen im Baue der Fruchtschale und im Aussehen des Sekretes mit *C. tinctorius* überein. Einige Verschiedenheiten zeigt dagegen *C. dentatus* Vahl., indem dessen Oberhaut und Hypoderm von der Sklerose freibleiben. Die Oberhaut besitzt ziemlich große Zellen mit dünnen Radial- und Innenwänden; die Außenwände dagegen sind enorm dick und quellen in Kalilauge auf. Das Hypoderm zeigt größere Interzellularen und seine Zellen haben quellbare Wände. Im übrigen gleicht das Perikarp dem von *C. tinctorius*.

Über die Entwicklungsgeschichte enthält das IV. Kapitel ausführliche Mitteilungen.

---

[1] Das gleiche ist bei dem Sekret von *Caesulia axillaris* Rxb., das in der reifen Frucht in Gestalt von hohlen Schläuchen enthalten ist, der Fall; auch das Sekret in der Frucht von *Chrysanthemum montanum* L. ist in hohem Grade widerstandsfähig.

Tribus: **Mutisieae.**

Subtribus: **Nassauvinae.**

Perezia sp. Schon im Jahre 1885 hat C. Hartwich[1] in dem Wurzelstock und der Wurzel einer *Perezia*-Art[2] ein dunkelbraunes, interzellular gelagertes »Sekret« gefunden, dessen außerordentliche Widerstandsfähigkeit gegen lösende Reagentien auf eine besondere chemische Zusammensetzung schließen ließ. In der Tat ist dieses »Sekret« dieselbe Masse, die wir im Perikarp oder in den Hüllblättern der im Vorhergehenden angeführten Kompositen gefunden haben.

Es war nun von besonderem Interesse zu erfahren, ob auch die Frucht von *Perezia*-Arten die Masse enthält.

Durch gütige Vermittlung des Herrn Prof. Dr. P. Magnus, beziehungsweise des Herrn Geh. Oberregierungsrates Prof. Dr. Engler, erhielt ich aus dem Berliner botanischen Museum Früchte von *Perezia achalensis* (O. Kuntze) Hieron. =(*P. multiflora* β *achalensis* O. Kuntze, Argentin., Cordoba) zur Untersuchung.

Die Früchte der genannten Art enthalten die Masse nicht. Die anatomische Untersuchung ließ auch alsbald den Grund des Fehlens der Masse erkennen: dem Perikarp fehlt jedwede Art sklerotischer Elemente. Wenn sich aus allen untersuchten Fällen die Tatsache ergeben hat, daß die Masse nur im Zusammenhang mit mechanischen Gewebeelementen, mit Bastfasern oder Sklereiden im allgemeinen (Steinzellen) auftreten kann, so ist *Perezia* gewissermaßen ein Beispiel für die negative Seite des Beweises: Beim Fehlen mechanischer Elemente kann es auch keine Masse geben.

Des besonderen Interesses wegen wurde eine Querschnittspartie bildlich wiedergegeben (Taf. III, Fig. 53). Der Bau des Perikarps und der Samenhaut ist — soweit sich dies an der reifen Frucht feststellen läßt, überaus einfach. Das Perikarp besteht nur mehr aus der Epidermis (Fig. 53, *P*), die aus papillös vorgewölbten, an der Außenseite stark verdickten, in der Fläche polygonalen tiefbraunen Zellen zusammengesetzt ist; zahlreiche sogenannte Zwillingshaare, deren Basis von mehreren etwas höher stehenden Zellen umsäumt ist, sind in der Oberhaut eingeschaltet. Von den übrigen Gewebeschichten des Perikarps finden sich nur vereinzelte Reste eines dünnwandigen Parenchyms und mehrere kleine isolierte Komplexe von faserigen Elementen vor, in denen winzige Spiralgefäße *(G)* verlaufen. Nur diese Komplexe vermitteln einen lockeren Zusammenhang mit dem Samen, den der größte Teil des Perikarps nur lose umgibt. Die Epidermis der Samenschale besteht ebenfalls aus stark kuppenförmig vorgewölbten, aber viel dünnerwandigen Zellen (Fig. 53, *S)*; darunter liegt ein Streifen undeutlicher, nur mehr strichelig aussehender Elemente.

Das Vorkommen im Wurzelstocke und in den Wurzeln hat Hartwich[3] genau beschrieben. Die mir gütigst von Prof. Hartwich übersandten Muster von *Perezia*-Wurzeln wurden eingehend untersucht und auch der Chromsäurewirkung unterworfen. Die Masse bleibt als ein zartes Netz oder richtiger als ein aus Stäben zusammengesetztes Gitterwerk zurück, das quantitativ gegenüber dem Vorkommen in Kompositenfrüchten und auch gegenüber den großen Sekretbehältern, in denen das Perezon enthalten ist, sehr zurücktritt. »Es lassen sich«, wie Hartwich sagt, »schon mit bloßem Auge schwarze Punkte in der Rinde, dem Marke und zwischen den Markstrahlen der Wurzel erkennen, ferner findet sich diese Erscheinung noch ausgeprägter in den Markstrahlen und der Rinde des Wurzelstockes. Diese Flecken und Punkte bestehen in der Wurzel aus Gruppen von 1—6 Sklerenchymzellen, deren Querschnitt rundlich ist. Im Wurzelstock bestehen diese Gruppen aus viel mehr Zellen und der Querschnitt der einzelnen Zellen ist gestreckt.«

---

[1] Chem. Ztg. (Cöthen), 1885, p. 1298. mit fünf Figuren.

[2] Die Art ist nicht bestimmt. Nach Hartwich, Die neuen Arzneidrogen, Berlin 1897, p. 247—248, wird die Droge von *P. oxylepis* Gray, *P. Schaffneri* Gray, *P. Parryi* Gray, *P. rigida* Gray, *P. nana* Gray und *P. Wrightii* Gray geliefert.

[3] Vgl. auch Wiesner's Festschrift, p. 140—141, wo die Ausführungen Hartwich's wiedergegeben sind.

Der Wurzelstock stand mir nicht zur Verfügung; aus der Beschreibung Hartwich's und seiner Abbildung 5 (Sklerenchymgruppe aus einem Markstrahle des Wurzelstockes) ergibt sich, daß auch hier die Masse an das sklerenchymatische Gewebe gebunden ist. Besonders schön zeigt sich dies in den Wurzeln. Die Wurzel besitzt ein reichliches poröses, mitunter etwas kollenchymatisch entwickeltes Grundgewebe (Taf. III, Fig. 54—56), ferner die im Kreise stehenden Leitbündel (und Interfaszikularbündel), vor denselben an deren Außenseite je eine Gruppe großer interzellularer (schizogener) Sekretbehälter mit dem gelben Perezon (das sich in Alkalien mit prächtig violetter Farbe löst) und endlich zerstreut im Gewebe zahlreiche, sehr verschieden umfangreiche Gruppen von Sklereiden. Nahe der Peripherie enthalten diese Gruppen oft nur 1—2 Zellen, nach einwärts und besonders im Marke häufig 10—15, sogar 20 Zellen. Im Querschnitt (Fig. 55*sk*) sind die Sklereiden kreisrund, erscheinen deutlich geschichtet, besitzen ein kleines rundes Lumen mit strahlig laufenden Poren; sie gleichen hiemit sehr den echten Bastfasern (im Querschnitte). In der Längsansicht hingegen (Taf. III, Fig. 56, *A* und *B*) erscheinen sie als längere oder kürzere Stabzellen, die mit geraden, wagrechten oder wenig schiefen Querwänden aneinander stoßen und lange Züge im Gewebe bilden. Diese Sklereiden und nur diese allein besitzen die Masse angelagert, die hauptsächlich in den »Zwickeln« der Zellen, also in den Zwischenräumen zwischen drei aneinander stoßenden Zellen auftritt. Sie erscheint also an Stelle der Mittellamelle genau so, wie bei *Sclerocarpus africanus*. In der Längsansicht findet man demnach die Masse in geraden, parallelen, durch kurze Querbänder — deren Lage selbstredend den aneinander stoßenden Querenden der Stabsklereiden entspricht — verbundenen Streifen, die stellenweise in dünnere Schichten verbreitert sind (Taf. III, Fig. 56 *B*). Im Xylem ist die Masse nicht vorhanden.

Es sei noch bemerkt, daß nach Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure nur ganz vereinzelt Gypsnadeln auftreten. Obwohl bei der mikroskopischen Durchmusterung zahlreicher Quer- und Längsschnitte Kalziumoxalat weder in Krystallen noch in Sandform beobachtet werden konnte, so muß doch eine Kalkverbindung, wenn auch in geringer Menge, vorhanden sein. Das Grundgewebe ist reichlichst mit Inulin erfüllt, das förmliche Ausgüsse des Zellumens bildet und dann in kantigen, sprungreichen, wie es scheint, auch krystallinischen Bruchstücken im Gesichtsfelde erscheint. Im kalten Wasser ist davon nur wenig löslich; im heißen dagegen löst sich der gesamte Inhalt und kann durch Zusatz von Alkohol (bis zur Verdrängung des Wassers) in Gestalt runder, oft zu mehreren zusammenfließender Körner ausgefällt werden. Durch Jod wird der Niederschlag nicht gefärbt.

III. Der Bau des Kompositenperikarps mit Beziehung auf das Vorkommen der „Masse“.

Über den Bau der Kompositenfruchtschale besitzen wir eine vorzügliche Arbeit von O. Heineck[1], die die Früchte insbesondere auf ihre Einrichtungen bezüglich der Festigkeit gegen Zug, Druck, Biegen und Abscheren berücksichtigt. Heineck vermochte im Sinne der Schwendener'schen Anschauungen (»Das mechanische Prinzip im mechanischen Bau der Monokotylen, 1874«) vier Typen aufzustellen, in denen das mechanische Prinzip zur Anwendung kommt. Auch vier Kombinationen der Typen lassen sich nachweisen. Der erste Typus ist durch das System von Trägern mit Gurtungen, der zweite durch die zylindrische oder in Wellenblechform ausgebildete Röhre vertreten, in beiden sind die mechanischen Zellen — Bastfasern — parallel der Fruchtlängsachse angeordnet. Im dritten Typus dagegen erscheinen sie radial gestellt, das heißt sie stehen nebeneinander und sind senkrecht zur Oberfläche gegen den Mittelpunkt gerichtet. Der vierte Typus wird nur durch *Echinops* repräsentiert: das Perikarp entbehrt der Hartbastzellen, erhält aber durch eine dauernde Hülle, deren Blätter reichlich mechanische Gewebe enthalten,

---

[1] Vgl. Note 6 auf p. (2).

einen hinlänglichen Schutz.[1] Das Vorkommen dieser Typen und ihrer Kombinationen wird in der genannten Arbeit durch sehr zahlreiche Beispiele erläutert und in Beziehung zu der äußeren Gestalt der Früchte gebracht; auch die anderen Gewebe der Fruchtschale, die Epidermis und deren Trichome, das »Bastparenchym« u. s. w. werden entsprechend behandelt. Über die eigentümliche Anschauung Heineck's betreffs der Masse wurde schon bei *Ageratum* und *Rudbeckia* das Nötige angemerkt.

Da die Masse, wie die Einzeluntersuchungen dartun, in bezug auf ihre Entstehung und ihr Vorkommen an die mechanischen Gewebe gebunden ist, so muß ihr Aussehen und ihre räumliche Entwicklung mit der Gestaltung dieser Gewebe, somit auch mit den Typen Heineck's im Zusammenhang stehen. In der Zusammenstellung der Resultate meiner Untersuchung habe ich aber darauf nicht Rücksicht genommen da die Zahl der untersuchten masseführenden Gattungen (98) doch zu gering ist. Ich gebe daher im folgenden nur eine Erörterung der histologischen Zusammensetzung der Fruchtschale (und der Hüllen) insofern das Vorkommen der Masse hiebei in Betracht kommt.

In den weitaus häufigsten Fällen setzt sich die Fruchtschale aus der Epidermis der Außenseite aus einem unter der ersteren liegenden, sehr verschieden mächtigen Gewebe, das ich als Hypoderm bezeichne, aus einem Mantel mechanischer Zellen (den Bastfaserbündeln oder Hartbastteil) und aus einem zwischen dem mechanischen Gewebe und der Testa gelegenen inneren Parenchym mit den Gefäßteilen zusammen. An reifen Früchten einzelner Gattungen (*Ageratum*, Taf. I, Fig. 1, 2, *Flaveria*, Taf. III, Fig. 41, 42, *Pectis, Sclerocarpus universalis,* Taf. II, Fig. 23) kann die Epidermis der Außenseite bei gering entwickeltem oder reduziertem Hypoderm stellenweise oder fast gänzlich abgeworfen worden sein und dann bildet die Masse die äußere Begrenzung der Frucht und stellt somit tatsächlich eine mitunter gebrechliche, bröckelige Schutzschicht dar, als die sie Heineck anspricht.

Im allgemeinen weist die Epidermis (der Außenseite) wenig Verschiedenheit auf. Nach der Größe der Zellen kann man großzellige (Taf. I, Fig. 14, Taf. II, Fig. 36, Taf. III, Fig. 39) und kleinzellige (Taf. I, Fig. 8, Taf. II, Fig. 31) Epidermen unterscheiden. Die Entwicklung der Cuticula ist stets kräftig, häufig sind Faltenbildungen (Taf. II, Fig. 18, 25, Taf. III, Fig. 44). Im Querschnitt erscheinen die Oberhautzellen meist quadratisch, seltener rechteckig, die längeren Seiten radial gestellt (Taf. II, Fig. 25), in der Flächenansicht aber sehr verschieden; nicht selten sind langgestreckte Zellformen (Taf. II, Fig. 26). Die Außenwände der Oberhautzellen sind fast durchwegs stark verdickt, nicht selten auch die inneren tangentiallaufenden Wände, aber nicht so stark (Taf. I, Fig 17). Dagegen sind die Radialwände nur dünn und häufig knitterig gefaltet. Eine bemerkenswerte Form zeigt die Epidermis von *Dysodia glandulosa* (Taf. III, Fig. 45), mit den papillös vorgewölbten und allseitig stark verdickten, sklerenchymatischen Zellen; die Außenwände bilden eine Wellenlinie. Mitunter sind die Außenwände auch quellbar, wie bei *Carthamus dentatus.*

Das Hypoderm zeigt trotz der großen Verschiedenheit seiner Ausbildung eine stufenweise auf-, beziehungsweise abschreitende Entwicklung. Wo es an der reifen Frucht nicht mehr beobachtet werden kann, wie bei *Arnica, Achyrachaena, Flaveria, Pectis,* ist es nur obliteriert und in früheren Entwicklungsstadien der Frucht stets zu finden. Im einfachsten Falle bildet es eine Zellreihe, wie bei *Montanoa* (Taf. II, Fig. 25), *Rudbeckia* (Taf. II, Fig. 31); zweireihig, d. h. aus zwei Zellreihen zusammengesetzt, ist es bei *Astemma* (Taf. I, Fig. 17); mitunter treten Zweiteilungen in typisch einreihigem Hypoderm auf, wie bei *Engelmannia* (Taf. I, Fig. 15). Einreihig mit deutlich sklerotischem Charakter ist es bei *Chaenactis. Dahlia* besitzt nur mehr ein rudimentäres, aus einzelnen, gewissermaßen als Träger fungierenden Gruppen von Zellen zusammengesetztes Hypoderm; die Zellen sind sklerosiert. Das zweireihige Hypoderm von *Siegesbeckia* zeigt eine Art von Heteromorphie: die äußere Reihe besitzt radialgestreckte mit Netzleisten verdickte Zellen, die innere besteht aus tangential gestreckten Zellen (vgl. unten *Tetragonotheca*). Die höchste Entwicklung zeigt das nach dem *Helianthus*-Typus ausgebildete Hypoderm. Es besteht aus mehreren bis vielen Reihen radial angeordneter, tangential gestreckter Zellen, die entweder

[1] Zu diesen durch die mechanischen Zellen geschaffenen Schutzmitteln gesellt sich noch ein weiteres: Die Anhäufung von Calciumoxalatkrystallen, die bei einigen Gattungen förmliche Panzer bilden, wie bei *Vernonia, Ethulia, Gynura* u. a.

dünnwandig sind (*Bidens*, Taf. III, Fig. 39; *Verbesina*, Taf. II, Fig. 33; *Perymenium*, Taf. II, Fig. 36), oder derbwandig bis zur sklerenchymatischen Verdickung; reichliche Poren durchsetzen die Zellwände und geben diesen eine Ähnlichkeit mit einem Siebe; Heineck nennt sie daher Siebzellen. Derbwandig sind sie bei *Helianthus, Silphium* (hier nicht genau radial angeordnet, Taf. I, Fig. 14); echte Sklerenchymzellen treten bei *Heliopsis* (Taf. I, Fig. 18) und bei *Thelesperma* auf. Bei *Tetragonotheca* finden wir wieder eine Heteromorphie wie bei *Siegesbeckia*: die äußeren Zellreihen sind von dünnwandigen Zellen zusammengesetzt und mitunter reduziert, die innerste Hypodermzellreihe besteht aus großen, sehr dickwandigen, im Querschnitte elliptisch-eiförmigen Sklereiden (Taf. II, Fig. 28, 2*a*). Die Sklerosierung der Hypodermzellen ist insofern nicht ohne Bedeutung, als mitunter die Masse (wie bei *Heliopsis*, Taf. I, Fig. 18) zwischen solchen Zellen eingeschaltet, daselbst eine sekundäre Lagerstätte findet. — Einzelne Abänderungen erfährt die Ausbildung des Hypoderms in den Ecken, Kanten, Rippen und Flügeln der Früchte (vgl. Taf. II, Fig. 20, 33), worüber im Kapitel »Einzelbeschreibungen« das Nötige angegeben ist.

Das mechanische Gewebe besteht aus parallel zur Längsachse der Frucht angeordneten Bastfaserzellen (oder Hartbastzellen genannt), die entweder zu isolierten Bündeln oder zu einem geschlossenen, mitunter durch radiallaufende Züge von Parenchymzellen (Saftleiter, vgl. *Helianthus*) unterbrochenen Mantel vereinigt sind. Von den verschiedenen Formen dieses Gewebes, das dem ersten und zweiten Typus Heineck's und deren Kombination entspricht, sollen nur diejenigen hervorgehoben werden, die eine bemerkenswerte Ausbildung der Masse bedingen.

Einem geschlossenen Hartbastmantel entspricht auch eine geschlossene Schicht der Masse, so bei *Ageratum* (Taf. I, Fig. 1), *Engelmannia* (Taf. I, Fig. 15), *Astemma* (Taf. I, Fig. 16 und 17), *Eclipta* (Taf. I, Fig. 19), *Perymenium* (Taf. II, Fig. 36), *Flaveria* (Taf. III, Fig. 41). Die Masse folgt genau den (Außen-) Konturen des mechanischen Gewebes (schön bei *Cosmos*, Taf. II, Fig. 40), setzt sich auch in die Flügel fort, wenn die Hartbastbündel in diese hineinreichen (*Dahlia*); im entgegengesetzten Falle bricht die Masse am Flügelgrunde ab (bei *Silphium*, Taf. I, Fig. 13) oder schaltet den Flügel überhaupt aus (bei *Chrysanthellum*, Taf. II, Fig. 37). Besteht das mechanische Gewebe aus isolierten Bastfaserbündeln, so besitzt jedes derselben auf seiner Außenseite einen Belag der Masse; hieher gehören hauptsächlich die Gattungen mit gerippten oder 4—5kantigen Früchten, wie *Sclerocarpus* (Taf. II, Fig. 23), *Montanoa* (Taf. II, Fig. 25), *Dysodia* (Taf. III, Fig. 45), *Arnica* (Taf. III, Fig. 50) u. a. Sind die Bastbündel durch eine schmale Brücke von Bastfasern miteinander verbunden, so besitzt auch diese einen Massebelag und alle Beläge schließen zu einem Continuum zusammen, wie bei *Chaenactis* (Taf. III, Fig. 44); hiedurch wird die Abhängigkeit der Masse von den Bastfasern deutlich ausgedrückt. Besonders klar und beweiskräftig erscheint dieser Zusammenhang des mechanischen Gewebes mit der Masse in denjenigen Fällen ausgedrückt, in denen nebst einer geschlossenen Bastzellreihe noch isolierte Bündel in den Rippen der Fruchtschale vorkommen. Ein ausgezeichnetes Beispiel hiefür liefert *Brickellia* (Taf. I, Fig. 6 und 7). In den zehn Rippen der Frucht befinden sich ebensoviele Bastbündel, die an ihrer Außenseite einen Belag der Masse tragen; ein weiter nach innen zu liegender Bastfasermantel mit einer Zellreihe führt ebenfalls den Massebelag.

Die Bastfaserzellen sind durch den Besitz von zapfenartigen Vorsprüngen an ihrer Außenseite ausgezeichnet; besonders reichlich ist die äußerste Bündelreihe damit versehen. Die Zapfen sind an einer und derselben Frucht von gleicher Länge, am freien Ende abgerundet (Taf. I, Fig. 4) oder kantig abgestumpft (Taf. I Fig. 5*b*), seltener spitz; eine besondere Art geknöpfter Formen mit pilz- oder ohrmuschelähnlichem Ende zeigt *Melanthera* (Taf. II, Fig. 32). Die Zapfen sind zentrifugale Wucherungen der Zellwand, an der sie lokale Verdickungen bilden, sie erzeugen schon an den frühesten Entwicklungsstadien der Masse, der »primären Haut«, Lücken, die in sehr vielen Fällen frei von der Masse bleiben und ihr ein siebartiges Aussehen geben; nur bei gewaltiger Anhäufung der Masse werden auch sie überdeckt, wie bei *Barroetea* (Taf. I, Fig. 8), deren spitze Zapfen eine Decke der Masse besitzen; am Querschnitte ist dies deutlich wahrzunehmen.

Das Parenchym der Innenseite der Fruchtschale, das zumeist durch ein- oder mehrreihige Zellzüge mit dem Hypoderm in Verbindung steht, setzt sich aus meist dünnwandigen, sehr verschieden großen Zellen zusammen, enthält die Leitbündelstränge und ist in der reifen Frucht meist nur mehr in stark kollabiertem Zustande zu beobachten.

Die Abgrenzung des Perikarps gegen die Samenschale, also der Abschluß desselben an der Innenseite ist an den reifen Früchten der Kompositen bekanntlich keineswegs immer deutlich und sicher festzustellen. Auf das oben beschriebene Parenchym folgt bei vielen Gattungen eine Reihe ausgezeichnet mit Netzleisten verdickter Zellen. Bei *Dysodia* (Taf. III, Fig. 45) finden wir das innere Parenchym durch die Reihe der Netzleistenzellen abgeschlossen; darauf folgt (im Querschnitte) ein brauner, in die Einzelelemente nicht auflösbarer Streifen und zuletzt die bekannte Zellreihe mit dicken, farblosen Zellwänden, deren Inhalt Aleuronkörner und Fett bilden; es ist die so häufig an den Samen auftretende Aleuronschicht. Der braune Streifen gehört der Samenschale an. Die darauffolgende hyaline Schicht wird von vielen Beobachtern als Endospermrest angesehen; entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen führten Gerdts (l. c., p. 12 und 14) zu der Annahme, sie sei die innere Epidermis des Integuments. Ich bin geneigt, dieser Ansicht zuzustimmen. Die oben angeführten Zellen mit der Netzleistenverdickung möchte ich nur dem Perikarp zuteilen. Andere Beispiele für schöne Entwicklung dieser Schicht liefern *Eclipta* (Taf. I, Fig. 22), und *Engelmannia* (Taf. I, Fig 15). Gerdts (l. c., p. 76) bildet einen Längsschnitt durch die reife Frucht von *Cichorium Intybus* L. ab, an dem eine Zellreihe (*Q*) den Netzleistenzellen ähnlich sieht. Er betrachtet sie als eine Quellschicht und bemerkt, daß sie nicht zur Fruchtwand gehöre. Eine eingehende Behandlung der die Perikarpabgrenzung betreffenden Frage liegt außer dem Bereiche dieser Arbeit. Nur so viel sei noch bemerkt, daß es Gattungen gibt, an deren Früchten die Samenhaut scharf von dem Perikarp abgegrenzt ist, wie zum Beispiel bei *Humea*,[1] *Sclerocarpus universalis, Sabazia humilis, Perezia achalensis.*

Die hier beschriebene Gewebefolge stellt den am häufigsten auftretenden Bau des Kompositenperikarps dar, sie bildet die erste typische Grundform und entspricht dem I. und II. Typus und deren Kombination, die Heineck nach dem mechanischen Prinzip aufgestellt hat. Die Früchte dieser Gruppe enthalten zum großen Teile die Masse.

Die zweite typische Grundform in Bezug auf die Gewebezusammensetzung umfaßt alle jene Gattungen, deren Perikarp sich nur aus der Epidermis und einem spärlichen Parenchym konstituiert, dagegen der mechanischen Zellen des Hartbastes oder Sklerenchyms gänzlich entbehrt. Hieher gehören die Gattungen mit außerordentlich kleinen Früchten, wie *Perezia, Gnaphalium* und Verwandte. Das Vorkommen der Masse ist zufolge der Abwesenheit mechanischer Zellen in dieser Gruppe ausgeschlossen.

Die dritte typische Grundform steht im direkten Gegensatze zur vorigen; denn nahezu alle Gewebe sind der Sklerose unterworfen: die Zellen der Epidermis, des Hypoderms und die des inneren Parenchyms sind im extremen Falle in Sklereiden umgewandelt. (*Carthamus tinctorius*). Die beiden erstgenannten Gewebe können auch von der Sklerose freibleiben (*Carthamus dentatus, Sclerocarpus*). Die Masse kommt hier nur selten vor.

Die vierte typische Grundform nähert sich der ersten und schließt den Ring: Ein meist geschlossener Mantel radial gestreckter und ebenso gestellter Sklereiden liegt zwischen Hypoderm und Innenparenchym; so bei *Cirsium, Galactites* u. a. Sie entspricht dem dritten mechanischen Typus von Heinek. Das Hypoderm besteht mitunter aus schleimführenden Zellen.

Hieher gehört wohl auch, obgleich durch eine besondere Abänderung ausgezeichnet, die Gattung *Humea.* Das Perikarp besitzt eine aus derbwandigen Zellen bestehende Oberhaut, ein in ein Schleimgewebe umgewandeltes Hypoderm, eine sogenannte »Kuppenzellenschicht« und ein inneres

---

[1] T. F. Hanausek, Über das Perikarp von *Humea elegans* Sm., Bericht der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 1908. XXVI*a*, p. 292ff.

Parenchym, dessen äußerste (erste) Reihe isodiametrische dünnwandige Zellen mit quadratischen Krystalltafeln von Calciumoxalat führt. Die »Kuppenzellen« sind braun, undurchsichtig, stark verdickt, besitzen die Gestalt steiler Kegel mit abgerundetem Scheitel und stecken in farblosen, glashellen, sehr widerstandsfähigen Kappen: sie bilden in einer einreihigen Schicht eine feste Kapsel um den Samen.

Die dieser Gewebefolge angehörigen Früchte sind frei von der Masse.

Auch in den Hüllblättern und in den Spreublättern *(Ammobium)* ist das Vorkommen der Masse nur an die mechanischen Zellen [1] gebunden. Das Hüllblatt von *Sphaeranthus* (Taf. I, Fig. 9, 10) enthält eine Hartbastplatte (Fig. 10, $_2$), an deren Innenseite die Masse angelagert ist. Bei *Ammobium* (Taf. I, Fig. 11, 12) tragen die Spreublätter und die dunklen Abschnitte der inneren Hüllblätter die Masse. Erstere besitzen unter der Epidermis einen starken Bastfasermantel (Fig. 12), aber kein Hypoderm, es kommt daher die Masse unmittelbar unter der Oberhaut zu liegen. Die Hüllblätter des Köpfchens erster Ordnung von *Echinops* besitzen mächtige Bastfaserplatten, die naturgemäß in der Längsmitte des Blattes am kräftigsten entwickelt sind und bei den Arten mit mehrreihigen Hüllen Abänderungen der Lage zeigen. Für *Echinops sphaerocephalus* hat Heineck (l. c., p. 17) festgestellt, daß die fünf Blätter des innersten Kreises die Hartbastbildungen auf der Innenseite, die fünf des mittleren auf der Außenseite und die fünf des »äußersten Kreises wieder auf der Innenseite haben«. Bei *Echinops corniger* sind die Hüllblätter teilweise verwachsen. Die Bastfasern bilden Bündel und verschieden breite Platten (Taf. III, Fig. 51), die Epidermis der Innenseite ist aus gestreckten, sklerosierten porösen Zellen, die den Bastfasern gleichen, zusammengesetzt (Taf. III, Fig. 52).

In den unterirdischen Teilen von *Perezia* ist die Masse gleichfalls an die (isoliert auftretenden) Sklereidengruppen gebunden. Es ist bemerkenswert, daß sie in der Frucht von *Perezia* (zum mindesten in der untersuchten Art *P. achalensis*) nicht enthalten ist und auch nicht enthalten sein kann, weil dieser mechanische Gewebe fehlen.

IV. Entwicklungsgeschichte der „Masse".

Eine entwicklungsgeschichtliche Darstellung der Masse von *Tagetes, Helianthus* und *Xanthium* wurde von mir schon im Jahre 1907 (Hanausek II) gegeben; da aber damals meine Untersuchungen nur auf wenige Arten sich erstreckten, konnten manche Einzelheiten nicht hinlänglich klargestellt und auch eine übersichtliche Behandlung der einzelnen Fälle, die bei der Entwicklung der Masse auftreten, nicht geboten werden.

Wir können mit Berücksichtigung der Örtlichkeit, wo die Masse zuerst auftritt und bezüglich der Form, die sie in ihrem ersten Erscheinen besitzt, drei Modi unterscheiden:

1. Die Entwicklung an den Bastfasern mit Bildung einer primären erst farblosen, dann braunen Haut; hiezu mitunter noch ein sekundäres Auftreten im nicht sklerosierten Hypoderm.
2. Die Entwicklung an den Bastfasern ohne Bildung einer primären Haut.
3. Die Entwicklung innerhalb des Sklerenchyms (sklerosierten Parenchyms).

[1] Vgl. meine Darstellung des mechanischen Gewebes im Involucrum von *Chrysanthemum* in Pharmaz. Post (Wien) 1892, Nr. 27, d. 719 ff. u. Fig. 8.

Einer besonderen Darstellung bedarf *Carthamus*, da es sich bei dieser Gattung um ein echtes Sekret handelt. Schließlich sollen auch noch bezüglich der Schaffung des Raumes, in dem die Masse lagert, einige Bemerkungen mitgeteilt werden.

1. Die Entwicklung der Masse an den Bastfasern mit Bildung einer primären Haut.

Dieser Entwicklungsmodus ist weitaus der häufigste und kann als der normale Entstehungsvorgang bezeichnet werden. Im besonderen konnte er an folgenden Gattungen beobachtet werden: *Ageratum, Stevia, Fleischmannia, Trichocoronis, Symphyopappus, Eupatorium, Barroetea, Kuhnia, Gerbera, Melampodium, Montanoa, Rudbeckia, Wulffia, Gymnolomia, Balsamorhiza, Helianthus, Perymenium, Actinomeris, Coreopsis, Laya, Perityle, Closia, Flaveria, Villanova, Schkuhria, Hymenopappus, Eriophyllum, Bahia, Tagetes, Dysodia, Pectis.*

Als erste sichtbare Anlage der Masse tritt eine farblose Haut auf, die der Außenseite der Bastfaserbündel fest anliegt und nach Zerstörung der letzteren durch das Chromsäure-Schwefelsäuregemisch unversehrt zurückbleibt. In kürzester Zeit beginnt sie sich zunächst dem Fruchtscheitel zu bräunen und erscheint durch die Zäpfchen der darunter liegenden Bastfasern von reichlichen kreisrunden Löchelchen (Zäpfchenlücken) durchbohrt; ferner beobachtet man gerade Längsstreifen, die von den Längsrändern der Bastfasern herrühren (Taf. I, Fig. 5). Ob es wirklich Löchelchen sind, die von den Zäpfchen verursacht werden, ist bei der Zartheit des Objektes nicht gut festzustellen; denn an Querschnitten läßt sich die primäre Haut in dieser Phase nicht sichtbar machen. Es ist auch möglich, daß es dünne (hervorragende) Überzüge der Zäpfchen sind, die in der Flächenansicht sich als kleine, doppeltkonturierte Kreise präsentieren. Ich habe aber die Bezeichnung Zäpfchenlücken der Einfachheit wegen beibehalten, will aber damit nicht behauptet haben, daß es tatsächliche Lücken sind, obwohl für die Wahrscheinlichkeit dieser Annahme spricht, daß sie von der späteren Auflagerung der Masse frei bleiben.

In dem nun folgenden zweiten Stadium, das ich im allgemeinen als Knäuelstadium bezeichne, können mehrere Phasen unterschieden werden. Zugleich mit der fortschreitenden, aber immerhin noch schwachen Bräunung der Haut, die meist in Querstreifen erfolgt (vgl. Taf. I, Fig. 3) und am stärksten am Scheitel beobachtet werden kann, treten am kreisrunden Rande der Lücken braune Ringelchen auf, häufig nur auf einer Seite der Lücke (Taf. I, Fig. 3), und mitunter in so großer Anzahl, daß ein sehr eigentümliches Bild sich daraus ergibt, wie es in Taf. II, Fig. 35 von *Perymenium discolor* dargestellt ist. Die nächste Phase dieses Stadiums zeigt uns die Verdickung und Bräunung der Längsstreifen der Haut und das Auftreten der Knäuel.

Auf Taf. I, Fig. 4 ist ein Längsschnitt einer Bastfaser der ersten Reihe gezeichnet, an dem beide Schichten der Haut, die ursprüngliche hellere *(a)* und die aufliegende dunklere *(b)* zu beobachten sind. Die Scheitel der Zäpfchen sehen anscheinend frei heraus und die sich anlegende dunklere Schichte bildet die Ringelchen, die in der Flächenansicht wahrgenommen werden können. An den Längsstreifen, von diesen gewissermaßen hervorquellend, erscheinen braune Streifen und Stränge (Taf. I, Fig. 3), die sich allmählich vergrößern, dendritisch oder korallenartig verzweigen, aufknäueln, sich nach und nach zu stärkeren Streifen vereinigen, wobei aber die Zäpfchenlücken stets frei bleiben (Taf. II, Fig. 35). In diesem Stadium tritt sonach die erste Vermehrung der Masse ein, was schon sehr frühzeitig geschehen kann, bei *Flaveria* am Fruchtknoten noch vor der Anthese. An *Flaveria* ist auch leicht festzustellen, daß die Zwischenplatten (Grenzschicht) der Masse (Taf. III, Fig. 42, bei *a*) früher sich entwickeln, daselbst die Vermehrung früher vor sich geht als an den mittleren Teilen der Masseplatten. Bei *Symphyopappus* erscheinen die Knäuel am Rande der großen Lücken und machen den Eindruck, als ob sie aus diesen hervorgequollen wären.

Das dritte Stadium ist das der Anreicherung und endgiltigen Ausbildung des Massekörpers. Die Knäuel verbinden sich zu einem groß- oder kleinmaschigen Netz von sehr verschiedenem Aussehen und häufen an bestimmten Stellen größere Mengen an, die im Querschnitt als Kegel oder Spitzen erscheinen in der Flächenansicht sich isoliert oder zu Leisten oder dicken Streifen verbunden zeigen. Die Masse-

anhäufung schreitet immer weiter, es kann hiebei das ursprüngliche Netz erhalten bleiben oder es werden auch die Netzmaschen ausgefüllt, so daß schließlich einheitlich dichte, undurchsichtige schwarze Platten *(Tagetes)* resultieren, die die höchste und letzte Stufe der Massebildung darstellen. Dabei sind auch die Zäpfchenlücken überdeckt worden (vgl. Taf. I, Fig. 8).

Von den Formverhältnissen der mechanischen Zellen und wohl auch der Zellen des vorlagernden Hypoderms hängt die so verschiedenartige und für einzelne Gattungen und deren Verwandtenkreis charakteristische Gestaltung des Massenetzes ab, worüber die Einzelbeschreibungen reichlich Auskunft geben.

In einzelnen Fällen greift der Prozeß der Massebildung auch auf das benachbarte Gewebe über. Bei *Rudbeckia fulgida* ist die Masse in normaler Lagerung an den Bastfaserbündeln zu beobachten; außerdem aber kommt sie noch zwischen der kleinzelligen Epidermis (Taf. II, Fig. 31) und dem einreihigen Hypoderm in den »Zellzwickeln« und in schmalen bandartigen Streifen zwischen den Tangentialwänden des Hypoderms (und der Epidermis) vor. *Verbesina helianthioides* Nutt. besitzt eine zweite Lage der Masse an der äußeren Tangentialseite der innersten Hypodermzellreihe (Taf. II, Fig. 34), die durch Massestreifen in den Radialwänden dieser Zellen mit Bastbündelmasse in Verbindung steht. Ein interessantes Vorkommen zeigt *Verbesina encelioides*, wo sich die Masse von der Hauptlage aus in die Radialwände des vielreihigen Hypoderms in Schlangenwindungen fortsetzt. Auch bei *Wedelia* und *Montanoa* enthalten die Radialwände der Hypodermzellen die Masse; letztere gibt schöne Flächenbilder (Taf. II, Fig. 26). Das sekundäre Lager der Masse in dem sklerosierten Hypoderm von *Heliopsis* (Taf. I, Fig. 18) kann ebenfalls hieher oder zum dritten Modus gerechnet werden.

2. Die Entwicklung der Masse an den Bastfasern ohne Bildung einer primären Haut.

Nur in sehr wenigen Fällen konnte dieser Entwicklungsmodus konstatiert werden und es hat den Anschein, als ob er nur eine abnormale Form darstellen würde. Bestimmt nachgewiesen wurde er bei *Arnica, Bidens, Xanthium* und *Echinops* (Hüllblatt). Von *Xanthium* wurde er schon früher (Hanausek II, p. 21) beschrieben. »Schon im Fruchtknoten findet man kleine, schwarzbraune und schwarze Stückchen, und zwar teils als kurze Streifen an der Außenseite der ersten Bastzellreihe angelagert, teils als dreikantige Partikel in den kleinen Interzellularen, die zwischen dem Hypoderma und den Bastzellen sich befinden. In der Flächenansicht zeigt sich deutlich, wie diese Partikel die Innenwände der Hypodermzellen umfassen.« — Bei *Arnica montana* setzt die Entwicklung der Masse zur Zeit der Anthese ein. Man beobachtet an der Basis des Fruchtknotens der Zungenblüte vereinzelte Streifen der Masse, die sich bald zu einem Netz mit quadratischen Maschen vereinigen; dem Verblühen nahe Röhrenblüten zeigen am Fruchtknoten schöne, korallenartig oder dendritisch verzweigte Partikel, die sich nach Zerstörung der Gewebe durch das Chromsäure-Schwefelsäuregemisch vollständig isoliert und frei erweisen und nicht auf einer persistierenden Haut aufgelagert sind. An verblühten Fruchtknoten sind sie schon zu einem dichten Netz vereinigt.

Auch das Netz der Masse im Hüllblatt von *Echinops* besitzt keine hautartige Grundlage.

3. Die Entwicklung der Masse innerhalb des Sklerenchyms (sklerosierten Parenchyms).

Zumeist stellen die hieher gehörigen Fälle sekundäre Lagerstätten der Masse vor, wie bei *Sclerocarpus, Heliopsis.* In einem gewissen Sinne könnte auch *Tetragonotheca* hieher gerechnet werden, da daselbst die Masse tatsächlich zwischen zwei sklerosierten Geweben, und zwar (außenseits) zwischen der innersten Hypodermzellreihe, die aus echten Steinzellen besteht und (innenseits) dem Bastfasermantel gelagert ist (Taf. II, Fig. 28). Endlich ist auch das Vorkommen der Masse in den unterirdischen Organen von *Perezia* (Taf. III, Fig. 54, 55), da es streng an die Sklereidengruppen gebunden ist, ein diesem Modus angehöriger Fall,

Bei *Sclerocarpus* (Hanausek II, p. 19 u. Taf. I, Fig. 5) sklerosiert auch das innere Parenchym. Es entwickeln sich stark verdickte und reichlich getüpfelte, abgerundet-polyedrische Steinzellen. »Verschiedene Partien des Sklerenchyms treten von den übrigen farblosen oder gelblichen Teilen zufolge der braunschwarzen Umhüllung der Sklereiden höchst auffallend hervor. Man beobachtet, daß eine Sklereide dicht von der Masse umhüllt ist und daß von dieser Umhüllung die schwarze Masse gewissermaßen sich fortsetzt, eine nächste Sklereide umhüllt und neue Stränge zwischen die anstoßenden Zellen einschiebt; genau dort, wo ein solcher Strang endet, kann man als seine Fortsetzung die Mittellamelle wahrnehmen.«

Einer besonderen Darstellung bedarf *Carthamus.*

4. Carthamus tinctorius.

Der Bau des reifen Perikarps ist im Kapitel »Einzelbeschreibungen« geschildert. Hier handelt es sich darum, nachzuweisen, daß wir es bei *Carthamus* mit einem echten Sekret zu tun haben, dessen Entstehung mit der der Masse keine Übereinstimmung zeigt. Die Untersuchung konnte sich auf drei (bezüglich der reifen Frucht auf vier) Stadien der Entwicklung erstrecken. Den Ausgangspunkt bildete die Untersuchung des Fruchtknotens. In demselben sind zur Zeit der Anthese mehrere durch die ganze Fruchtknotenlänge sich erstreckende Sekretgänge enthalten, außerdem sehr zahlreiche kurze, auch in der Längsrichtung angeordnete, mit hellbraunem Sekrete erfüllte Behälter, besonders reichlich am Scheitel. Daselbst sowie nahe der Basis finden sich Calciumoxalatprismen in solchen Mengen angehäuft, daß sie einem Panzer gleich die Gewebe stellenweise decken. Der Fruchtquerschnitt zeigt Folgendes: Eine kleinzellige Oberhaut deckt eine ziemlich mächtige Schicht zartwandiger farbloser Zellen; nahe dem Innenrande dieser Schicht liegt eine Zone von Behältern mit dem Sekret; die langen Sekretgänge, meist die Begleiter der Spiroidenbündel, haben einen weit größeren Querschnitt, und setzen sich auch in die Korolle als zarte Schläuche fort, in der ich 6 bis 8 derselben zählte. — Nun folgt eine von der ersten getrennte, selbständige innere Gewebelage von weit geringerer Mächtigkeit, aus der die vierte Schicht der reifen Frucht hervorgeht. Sie gehört der Samenschale an.

Ähnliche Gewebe bei *Cuicus Benedictus* L. und *Centaurea*-Arten gehören nach Gerdts (l. c., p. 69 bis 71) ebenfalls zur Samenschale.

Das Sekret besitzt eine rotbräunliche oder hellbraune Farbe, ist weder in Alkohol, Äther, noch in wässeriger oder alkoholischer Kalilauge löslich, wird auch von verdünnter Schwefelsäure nicht angegriffen, durch Eisenchloridlösung nicht verändert und nur vom Wiesner'schen Gemisch gelöst; die Lösung, beziehungsweise Zerstörung geht verhältnismäßig rasch vor sich, wobei zuerst ein Verblassen und Farbloswerden erfolgt. — Sekretgänge kommen bei den Kompositen bekanntlich außerordentlich häufig vor. Das ähnlich aussehende Sekret der Insektenpulverblüten (*Chrysanthemum cinerariifolium* und *persicum*) dürfte nach Tschirch die Substanzen enthalten, denen die insektizide Wirkung zukommt. Es ist wohl sehr bemerkenswert, daß dem Perikarp, das die Masse führt, Sekretbehälter in der Regel fehlen; wo aber letztere vorhanden sind, fehlt die Masse. Eine ähnliche Korrelation scheint bezüglich des Calciumoxalats und der Masse zu bestehen. Nur die Früchte, die keine Masse produzieren, enthalten das Oxalat in gewöhnlich sehr reichem Maße, wie *Vernonia, Ethulia, Gaillardia, Gynura (Crassocephalum),* alle *Cirsium*-Arten, darunter besonders *Cirsium (Chamaepeuce) stellata.* Früchte, die die Masse enthalten, sind verhältnismäßig arm an dem Salze.[1]

Das zweite Entwicklungsstadium, das mir zur Verfügung stand, dürfte mit Rücksicht auf das Volumen der Frucht etwa einer Viertelreife entsprechen.

Die Zellen der äußeren Gewebelage sind vergrößert und vermehrt worden, ihre Wände haben wohl an Stärke etwas zugenommen, sind aber noch immer nicht sklerotisch. In Chlorzinkjod werden sie blauviolett, nur die Zone, in der die Sekretbehälter liegen, verhält sich anders. Ich muß hier einschalten, daß

[1] Vgl. hiezu die Note auf p. 47.

die Sekretbehälter nicht etwa ein Continuum längs der Peripherie der Frucht bilden, sondern reichliche Unterbrechungen in ihrer Reihenfolge zeigen, daß es also Zellgebiete in der Zone gibt, in denen keine Sekretbehälter vorkommen. Diese Zellgebiete sind es nun, die durch ihr besonderes Verhalten sich auffällig bemerkbar machen. Wie oben angegeben, liegt die Sekretzone nahe dem Innenrande der ersten (äußeren) Perikarpschicht. Das von mir als Viertelreife bezeichnete Stadium zeigt nun, daß an Stelle der einzelnen, isolierten Sekretbehälter Lücken entstanden sind, somit eine Verschmelzung der einzelnen Sekretbehälter und eine Lösung der sie begrenzenden Wände vor sich gegangen ist; es zeigt ferner, daß in jenen Partien der Sekretzone, die keine Sekretbehälter bewz. keine Sekretlücken führen, die Zellen zusammengefallen, dünnwandig, in ihren Konturen undeutlich sind, einen nicht mehr klar in seinen Einzelheiten erkennbaren Streifen bilden, der von Chlorzinkjod nur gelb gefärbt und nicht mehr gebläut wird. Der Gegensatz, den dieser gelbgefärbte Streifen (im Querschnitte) zu dem übrigen blauvioletten Gewebe darbietet, ist auch noch dadurch so bedeutend auffällig, daß die gerundet-polyedrischen Zellen des intakten Gewebes sich auch räumlich von den kollabierten und undeutlichen des Streifens aufs schärfste abheben. Es ist sonach klar, daß wir es mit einer Auflösung dieser Gewebspartie, die dem echten lysigenen Entstehungsmodus und der darauf fußenden Vermehrung des Sekretes entspricht, zu tun haben.

Das Sekret hat bisher seinen ursprünglichen Charakter beibehalten; in Wiesner'schen Gemisch wird es allmählich unter vollständiger Entfärbung gelöst.

In dem dritten mir zur Verfügung stehenden Entwicklungsstadium der *Carthamus*-Frucht, das ich als Halbreife der Frucht bezeichnen möchte, ist die Sklerose der Perikarpzellwände schon eingetreten, die Zellen tragen schon den Charakter der Sklereiden, haben verdickte, reichlich poröse Wände, aber noch ein verhältnismäßig großes Lumen; auch enthält manche Zelle noch einen Oxalatkrystall. Die bedeutendste Veränderung weist die Sekretzone auf. Der gelbe Streifen ist verschwunden, es ist eine zusammenhängende, die Gefäßbündel bogenförmig (im Querschnitt) umgreifende Lücke entstanden, die zum größten Teile mit der braunen Substanz erfüllt ist. Es haben sich also die zwischen den Sekretlücken des vorigen Stadiums befindlichen Gewebestreifen der Sekretzone aufgelöst, ihre Stelle nimmt das Sekret ein, das nun eine zusammenhängende Schicht bildet, und im Querschnitt den Eindruck macht, als ob es in allem der »Masse« gliche. Dies ist aber nur insofern der Fall, als das Sekret jetzt seine Fähigkeit, vom Wiesner'schen Gemisch gelöst zu werden, eingebüßt hat. Gleich der Masse der übrigen vorgeführten Kompositen ist es jetzt widerstandsfähig gegen das auflösende Reagens geworden und bleibt auch nach wochenlanger Einwirkung desselben unverändert. Mit der vollendeten Lysigenese ist auch der chemische Charakter des Sekretes umgewandelt worden.

Die Entwicklungsgeschichte klärt auch darüber auf, wieso es kommt, daß der Raum, den das Sekret in der reifen Frucht einnimmt, eine kontinuierliche Lücke von der Höhe eines Durchmessers der angrenzenden Zellen darstellt — als ob eine Reihe diese Zellen verschwunden wäre — und daß bezüglich seiner Entstehung gar keine Analogie zur Bildung des Raumes, in dem die »Masse« abgelagert ist, sich erkennen läßt.

5. Schaffung des Raumes zur Aufnahme der Masse.

Im Gegensatze zu dem lysigenen Sekretraume von *Carthamus* sind die Lücken, in denen die Masse sich befindet, nur auf mechanischem Wege entstanden. Die sich allmählich anhäufende Masse, die an den Bastbündeln entsteht, verdrängt das vorliegende Hypoderm, indem sie dasselbe von den Bastbündeln lostrennt und entweder nur zum Teil oder gänzlich außer Zusammenhang mit dem Perikarp bringt. Im ersteren Falle bleibt Hypoderm (und Oberhaut) erhalten; im letzteren aber obliteriert es, bleibt nur mehr in Rudimenten erhalten oder kann (mit der Oberhaut) gänzlich verloren gehen, so daß dann tatsächlich die Masse die äußerste Decke der Frucht bildet. In jedem Falle ist die Schaffung des Masseraumes ein mechanischer Vorgang, der mit einer Auflösung oder Verflüssigung eines Gewebes nichts zu tun hat.

Auch bei dem dritten Entwicklungsmodus der Masse kommt es nur zu einer Umwandlung der Mittellamelle, die Zellen selbst bleiben intakt und werden von der Masse auseinandergedrängt.

In meiner Arbeit über *Helianthus* (Hanausek, I, p. 452), habe ich den Gedanken ausgesprochen, daß die an der Außenwand der Bastfasern auftretenden Zäpfchen (lokale Verdickungen der Zellwand) zu der Lostrennung des Hypoderms von den Bastbündeln in Beziehung stehen, vielleicht zur Schaffung der Lücke beitragen können. Ob es sich tatsächlich so verhält, läßt sich nicht erweisen, bemerkenswert ist aber, daß die »primäre Haut« durch die Zäpfchen anscheinend siebartig durchlöchert wird.

V. Die melanogene Schicht.

In dem vorhergehenden Kapitel wurden die Resultate aller bisher durchgeführten Untersuchungen über das erste Auftreten der Masse, somit die tatsächlichen, jederzeit nachweisbaren Befunde mitgeteilt. Zwei Fragen, die nebst der nach der Erschließung der chemischen Konstitution der Masse wohl zu den wichtigsten gehören, sind bisher nicht erörtert worden, von gelegentlichen Hinweisen in den Einzelbeschreibungen abgesehen: Die Frage, welcher Bestandteil der anatomischen Einheiten der eigentliche Erzeuger der Masse sei, von welchem Teil der Zelle die Bildung der Masse ausgeht oder, um einen der für die Harzbildung geschaffenen Bezeichnung ähnlich konstruierten Ausdruck zu gebrauchen, wo ist die melanogene Schicht? Weiters die Frage: Auf welche Weise kommt in kleinen und sehr kleinen Früchten, deren mechanische Zellen nur einen sehr geringen Anteil an der Gewebefolge des Perikarps nehmen, also beispielsweise nur eine einzige Reihe bilden, eine so mächtige Anhäufung der Masse zustande, daß sie in einzelnen Fällen, Hypoderm und Epidermis verdrängend, allein als Schutzdecke dieselben zu ersetzen vermag?

Zur Beantwortung der ersten Frage erscheint es nicht überflüssig, einen Blick auf unsere gegenwärtigen Kenntnisse und Anschauungen über die Sekretbildung im Pflanzenreiche zu werfen. Wie schon in der Einleitung bemerkt wurde, haben die verschiedenen Beobachter die Masse als ein Sekret angesprochen und nur von Heineck wurde sie als eine Art *Cuticula* bezeichnet, da er die wohl richtige Beobachtung machte, daß die Masse an manchen Früchten die äußerste Bedeckung bilde, aber nicht untersuchte, was mit der Epidermis (und dem Hypoderm) geschehen sei. Ich habe es in meinen Publikationen bisher vermieden, für diese merkwürdige Substanz das Wort »Sekret« zu gebrauchen und diese meine Unterlassung schon früher (Hanausek III, p. 144) mit folgenden Worten zu motivieren gesucht:

»Wo gibt es ein Sekret von gewebeähnlicher Struktur, das diese Struktur stets beibehält, nur in dieser Struktur auftritt und daher eine konstante Form besitzt? Wenn die Masse wirklich der Kohle nahe verwandt ist oder überhaupt durch sehr großen Kohlenstoffgehalt ausgezeichnet ist, wo gibt es ein ihr auch nur entfernt ähnliches Sekret? Denn schon die Vorstellung einer kohleartigen Masse als eines Sekretes erscheint ungereimt.« Nun, der gewebeähnlichen Struktur kann ich heute nicht mehr den Wert beimessen, wie ich es damals tat, seitdem ich eine ähnliche Struktur an einem echten Sekrete, dem von *Carthamus* nachweisen konnte. Aber wenn wir nun auch die Masse als ein Sekret ansehen können, so erscheint doch die Annahme berechtigt, daß die Entstehung der Masse zum mindesten eine Analogie darbieten müßte mit den bekannten Entwicklungsmodi der Sekrete, die in Geweben auftreten, der harz- und gummiartigen Körper und gewisser Pflanzenschleime. Meine Untersuchungen führen mich zu der begründeten Annahme, daß eine solche Analogie nicht vorhanden ist und nur in einem Falle, die zwischen Sklerenchymzellen entstehende Masse betreffend, ein leises Anklingen statthaben könnte.

Für die hier allein zu berücksichtigenden Harzgänge, Lücken etc. — ich schließe nach dem Vorgange Tschirch's [1] die Milchröhren aus und kann auch die Öldrüsen und Ölzellen als irrelevant beiseite

---

[1] A. Tschirch. Die Harze und die Harzbehälter, mit Einschluß der Milchsäfte. 2. Bd. Leipzig 1906, p. 1097 (Einleitung).

lassen — sind zwei Entstehungsmodi bekannt geworden, nach denen schizogene und lysigene Harzbehälter unterschieden werden können. Außerdem ist bekanntlich auch die Verbindung beider Modi, aus der die schizolysigenen Harzbehälter resultieren, (von mir schon 1879) nachgewiesen worden.

Die schizogenen Harzgänge entstehen aus einer Harzgangmutterzelle, durch deren (Vier-) Teilung ein Interzellularraum gebildet wird, in dem von seinem ersten Auftreten an das Vorkommen von flüssigem Harz (Balsam) konstatiert werden kann.[1] Die aus der Harzgangmutterzelle hervorgegangenen Zellen bilden die Begrenzung des Harzraumes, sie stellen das Harzgang- oder Sezernierungsepithel dar. Von mehreren Forschern wurde angenommen, daß der erstauftretende Balsamtropfen aus der Verflüssigung der Mittellamelle hervorgegangen sei und darin läge ein Anklingen bezüglich der Entstehung der Masse. Aber gegen diese Entstehung sind insbesondere von Tschirch[2] schwere Einwände gemacht worden. Als eigentliche Produktionsstätte des Harzes ist nach Tschirch die resinogene Schicht anzunehmen, die sich als ein Schleimbeleg an der Außenseite der den Interzellularkanal auskleidenden Epithelzellen darstellt. Die Frage, als was dieser Schleim zu betrachten sei, beantwortet Tschirch (l. c., p. 1125) folgendermaßen: »Sie darf wohl als zur Membran gehörig angesehen werden und ist vielleicht als die gegen den Interzellularkanal gerichtete verschleimte Membranpartie der Sezernierungszellen anzusehen, der die Fähigkeit zukommt, Balsam zu bilden, die resinogen geworden ist.« Das Sekret stammt nicht aus den Sezernierungszellen, deren Membran für Harze wohl nicht durchlässig sein kann, sondern ist das Produkt eines Prozesses in der Schleimmembran, die ein chemisches Laboratorium darstellt; es ist also nicht etwa die umgewandelte flüssige Membran.

Aus dieser Darstellung ist zu ersehen, daß dem schizogenen Entwicklungsmodus die Analogie mit der Bildung der Masse fehlt. Ein Harzgangepithel als Begrenzung der Räume, in denen die Masse deponiert ist, ist zu keiner Zeit der Entwicklung vorhanden. Das Epithel ist aber das wichtigste Kriterion des schizogenen Prozesses. (Bei den sogenannten oblitoschizogenen Harzgängen[3] fehlt zwar auch das Epithel, es war aber ursprünglich vorhanden und ist obliteriert.) Es fehlt an der Bildungsstätte der Masse die resinogene Schicht, es fehlt überhaupt eine spezifische Begrenzung des die Masse bergenden Raumes, in dem diese von den obligaten Geweben des Perikarps, den Bastfaserbündeln und dem Hypoderm oder von den Sklerenchymzellen besorgt wird.

Es könnte aber auch noch an die Beteiligung des Zellinhaltes bei der Bildung der Masse gedacht werden. Nach einer älteren Anschauung, die neuerlich wieder von Frau Schwabach vertreten wurde, sollen die Harzgangepithelzellen in ihrem Inhalt das Harz produzieren und es in den Harzgang — durch die Zellwand hindurch — ausscheiden. Gegen diese Anschauung spricht der anatomische und mikrochemische Befund. Bei genau geführter Untersuchung findet man in den Epithelzellen keine Harztröpfchen, ihr Inhalt ist vielmehr protoplasmatischer Natur, beziehungsweise reich an Eiweißkörpern, wie ich schon im Jahre 1879 an den jugendlichen Zapfenschuppen von *Pinus* (die ein vortreffliches Untersuchungsobjekt mit allen Stadien des schizogenen Entwicklungsmodus abgeben) aufs bestimmteste feststellen konnte. (Der Einwurf von Meyer und mit ihm von Tschirch, l. c., p. 1115 gegen dieselbe, daß kein Grund vorliege, »warum die Pflanze einen besonderen Kanal bildet, wo sie doch das Sekret in den Zellen, die es bilden, auch deponieren kann«, wäre meines Erachtens wohl nicht stichhältig, denn die Zelle würde ja dann, wenn sie sich zum Harzdepot umgestaltete, die Fähigkeit, Harz zu erzeugen, verlieren und es könnten nur begrenzte, ganz unbedeutende Mengen von Harz produziert werden.) Wir sehen sonach, daß die Produktion des Sekretes in den Epithelzellen nur sehr unwahrscheinlich ist, in unserem Falle umso unwahrscheinlicher, als es sich nicht um Epithelzellen, sondern um verdickte, verholzte, des lebenden Protoplasmas wohl schon zum größten Teile entbehrende Bastfasern (oder Steinzellen) handelt.

---

[1] Vgl. die Darstellung in meiner Dissertation »Über die Harzgänge in den Zapfenschuppen einiger Coniferen«. Krems 1879, p. 27 und Nachtrag 1880, p. 9.

[2] Tschirch, l. c. p. 1120.

[3] Tschirch, l. c. p. 1108.

Was nun die lysigenen Harzbehälter betrifft, so kann von einer Analogie ihrer Entstehung mit den Lücken, in denen die Masse abgelagert ist, wohl keine Rede sein. Von einer Auflösung eines Gewebes ist im Perikarp oder in den Hüllblättern nichts zu sehen. Bei *Carthamus* handelt es sich um ein echtes Sekret und nicht um die Masse. Wenn das ursprünglich angelegte Hypoderm in der reifen Frucht nicht mehr nachgewiesen werden kann, oder nur mehr rudimentär erhalten ist, so beruht das Verschwinden derselben auf einer Obliterierung, niemals aber auf einer Auflösung oder Verflüssigung der Zellmembranen. Wo aber eine stoffliche Veränderung des subepidermalen Gewebes Platz greift, wie beispielsweise im *Humea*-Perikarp, dessen subepidermale Schicht in ein Schleimgewebe, das heißt in ein Gewebe, dessen Zellwände in Lösungsmitteln aufquellen und verschleimen, umgewandelt ist, dort fehlt auch stets die Masse.

Im großen und ganzen gilt die obige Darstellung auch für die gummiartigen Körper und deren Entwicklung. Irgend eine Übereinstimmung dieser Entwicklung mit der Entstehung der Masse kann nicht festgestellt werden. Noch weniger gilt dies für spezifische Formen der Verschleimung oder Vergummung von Zellmembranen, wie dies bei den Gummizellen der Frucht von *Caesalpinia digyna* Rottl. (Tarihülsen[1]) und bei der Bildung des Tragants der Fall ist. Die das Perikarp der *Caesalpinia* an seiner Innenseite abschließende Gewebeschicht, also die Innenepidermis, besitzt eine mächtige Auflagerung von Gummi. »Ein in dickem Glyzerin liegender Querschnitt zeigt zwei oder drei Zellreihen: eine oder zwei aus kleinen, schmalen Zellen bestehende unmittelbar an das Endokarp stoßende Reihen und eine darauf folgende mit weit größeren Zellen, die einen rundlichen Umriß, ein ziemlich großes Lumen und einen faltigen Inhaltskörper besitzen; auf der freien Seite sind diese Zellen durch eine deutliche doppelt konturierte Lamelle abgegrenzt; daran lagert sich nun die oft mehrere Millimeter mächtige, farblose, sprüngige Gummischicht. Im Alkoholpräparat dagegen fehlt der rundliche Umriß der Zellen, diese sind vielmehr unregelmäßig, die das Lumen unmittelbar umgrenzende Lamelle ist stark und etwas faltig konturiert und wird von einer sehr schmalen Linie (im Querschnitt) umsäumt; von der Fläche gesehen, findet man die Zellen in normalem Zusammenhang, scheinbar ein polyedrisches, ziemlich derbwandiges Parenchym bildend. Gibt man nun Wasser hinzu, so lockert sich dieser Zusammenhang alsbald, jede Zelle umgibt sich mit einem breiten Hofe, das heißt die Zellmembranen quellen auf und am Querschnitte sieht man, daß diese Quellung nur auf der freien Seite stattfindet. »In Jod und Schwefelsäure wird die stark gequollene Membran blaugrau und zeigt noch eine fast farblose, unregelmäßig begrenzte Haube, die Grenzzone, in der der Übergang der organisierten Zellwand in Gummi stattfindet. Hier ist es also ein größerer Teil der Zellwand, der die stoffliche Umwandlung erfährt und dieser Fall bildet gewissermaßen eine Vor- oder Zwischenstufe zu der gänzlichen Vergummung der Zellwände, die die Bildung des Tragants charakterisiert. Diese geht bekanntlich in der Weise vor sich, daß die ursprünglich dünnen Wände der Stammmarkzellen dicker werden, geschichtet erscheinen und in Wasser aufquellen; allmählich verschwindet die Schichtung, die Membran verwandelt sich in eine homogene Gallerte; zuletzt nun vergummt »die am längsten als zartes Netzwerk zwischen den Gallertmassen sichtbar bleibende primäre Membran, die Zellen lösen sich voneinander und fließen endlich zu einer Gallerte zusammen. Nach und nach schreitet die Vergummung nach außen vor und wenn das ganze Mark vergummt ist, so setzt sich der Prozeß in den breiten Markstrahlen fort«.[2]

Aus dem Mitgeteilten erhellt mit aller wünschenswerten Klarheit, daß die uns bekannten Prozesse, denen die Sekrete ihre Entstehung verdanken, bei der Bildung der Masse nicht stattfinden und das war denn auch einer der Gründe, die mich bestimmt haben, die Masse nicht als Sekret zu bezeichnen, nämlich nicht als Sekret in dem Sinne, der den durch Schizo- oder Lysigenese entstandenen Produkten innewohnt. Es fehlt das Epithel der schizogenen Harzgänge, es tritt keine Lösung und Verflüssigung oder Gallertbildung der Zellwand oder eines bedeutenden Anteiles derselben statt, es zeigt sich keine Destruk-

---

[1] T. F. Hanausek, Über die Gummizellen der Tarihülsen, Bericht der D. Bot. Gesellsch., 1902, p. (80).

[2] Tschirch, Angew. Pflanzenanatomie, p. 214. — Vgl. auch Wiesner, Rohrstoffe, 2. Aufl., 1. Bd., p. 69 ff.

tion von Zellen (von der Obliterierung des Hypoderms in einzelnen Fällen abgesehen), kurzum die Bildung der Masse weicht von der der echten Sekrete in sehr bedeutendem Maße ab.

Wo haben wir also die melanogene Schicht zu suchen? Einen deutlichen Fingerzeig geben uns jene Fälle, in denen die Masse innerhalb eines Sklerenchyms auftritt. Sie erscheint daselbst an Stelle der Mittellamelle als eine wahre Interzellularsubstanz, so bei *Selerocarpus, Heliopsis* (Frucht) und auch bei *Perezia* (Wurzel). Ich gebrauche hier den Begriff »Mittellamelle« in ganz allgemeinem Sinne. Ich betrachte sie als jene Lamelle, die nach der Teilung einer Meristemzelle als dünne homogene Platte beiden Tochterzellen gemeinsam angehört und in irgend einer Form auch in dem ausgebildeten Gewebe — von den übrigen Membranteilen der Zellen scharf differenziert — erhalten bleibt. Sie ist bekanntlich stofflichen Umwandungen viel leichter zugänglich, als die übrigen Membranteile der Zelle und ist ihnen auch sehr oft unterworfen; in festzusammenhängenden Zellverbänden kann sie durch das Schultze'sche Gemisch gelöst werden, in vielen fleischigen Pflanzenkörpern ist sie schon im Wasser löslich, in Pektin umgewandelt; eine sehr merkwürdige Beschaffenheit zeigt sie an den Kuppenzellen des *Humea*-Perikarps, wo sie eine glashelle, sehr widerstandsfähige Zellkappe bildet. Ihre große stoffliche Verschiedenheit gegenüber den übrigen Zellmembranteilen erhellt unter anderen auch aus dem so einfachen, aber überaus beweiskräftigen Versuch v. Wiesner's, den er anläßlich des Studiums über den Nachweis der Kohle [1] durchgeführt hat. Der (künstlich herbeigeführte) Verkohlungsprozeß des Holzes schreitet in einer bestimmten Abhängigkeit von dem feinen histologischen Baue des Holzes fort. »Betrachtet man einen durch die Rotkohle eines Nadelholzes geführten Querschnitt, so fällt sofort auf, daß die gemeinschaftlichen Außenhäute (die Mittellamellen) der Holzzellen tief schwarz erscheinen, während die übrige Zellhaut braun gefärbt ist. Auch an Längsschnitten, und zwar nicht weniger augenfällig, tritt dieselbe Erscheinung dem Beobachter entgegen. Verfolgt man die sukzessive fortschreitende Verkohlung, so findet man, daß dieselbe in den Außenhäuten beginnt.« Bezüglich der Einwirkung des Chromsäuregemisches bemerkt Wiesner, daß nach längerer Dauer derselben die Rotkohle einen Rückstand hinterläßt, »der nur aus gleichmäßigen langen schwarzen Fäden und schwarzen kreisförmigen Ringen besteht; erstere sind nichts anderes als die dicksten Partien der Außenhäute, nämlich jene Partien, die dort liegen, wo vier Tracheiden sich berühren. Diese schwarzen Fäden entsprechen also genau dem, was uns im Durchschnitt als »Zwickel« entgegentritt«. Genau so sehen auch die Rückstände aus, die wir nach Behandlung der Früchte mit dem Wiesner'schen Gemische erhalten, wenn diese die Masse im Sklerenchym führen, und ebenso auch Rückstände von der *Perezia*-Wurzel. Die Mittellamelle ist demnach als die melanogene Schicht anzusehen und ich habe das schon im Jahre 1907 in meiner Akademieschrift (Hanausek, II, p. 26) deutlich ausgesprochen. So ist auch die auf der Außenseite der Bastbündel entstehende »primäre Haut«, die (zum Beispiel bei *Ageratum*, Taf. I, Fig. 3) nach der Behandlung der sehr jungen Frucht mit dem Wiesner'schen Gemische persistiert, nichts anders als die in toto zusammenhängende Mittellamelle.

Dieser große und merkwürdige Prozeß, der die Mittellamelle in einen kohlenstoffreichen, chemisch höchst widerstandsfähigen Körper umwandelt, ist ein während des ganzen Wachstums des Fruchtknotens, beziehungsweise der Frucht bis zur Reife andauernder, ein kontinuierlicher Vorgang, der die oft so bedeutende Anhäufung der Masse auch in kleinen, gewebearmen Früchten erklärlich macht. Über den Verlauf dieses gewiß sehr verwickelten Prozesses lassen sich einstweilen nur Vermutungen hegen. Man könnte sich den Vorgang folgendermaßen vorstellen. So lange die Frucht im Reifungszustande sich befindet, müssen die Laboratorien der Zelle, das sind der Zellinhalt und die Zellwand, ihre Tätigkeit ausüben, es müssen die Zellen wachsen, also an Volumen zunehmen, es müssen die Zellwände durch Substanzaufnahme dicker werden usw. Sobald nun die ursprüngliche, erst vorhandene Mittellamelle umgewandelt worden ist, wird — und hier haben wir wieder ein leises Anklingen an die Tschirch'sche Theorie der Harzbildung — eine neue Mittellamelle produziert werden müssen — vielleicht schon mit einer labilen

[1] Wiesner, Über den mikroskopischen Nachweis der Kohle in ihren verschiedenen Formen und über die Übereinstimmung des Lungenpigments mit der Rußkohle. Sitzb. d. Wiener Akad., Bd. 101, Abt. I, 1892, p. 379ff.

chemischen Konstitution, — die wieder der Umwandlung verfällt und in der beschriebenen Form der Ringelchen, Knäuel und korallenähnlichen Gebilde sichtbar wird. Dies wiederholt sich so lange, bis die Vollreife der Frucht eingetreten ist. Der Prozeß bedingt aber, wie leicht erklärlich, einen bedeutenden Aufwand organischer Substanz, kann also nur dort statthaben, wo größere Mengen dieser Substanz zur Verfügung stehen. Dies ist der Fall bei den Bastfasern und Sklerenchymzellen, also im allgemeinen bei sklerotischen Elementen, in deren Zellwand eine bedeutende Menge von Baumaterial angehäuft ist. Auf Grund dieser Annahme läßt sich auch eine Erklärung für die erwiesene Tatsache finden, daß das Auftreten der Masse an die sklerotischen Elemente gebunden ist. Im Hüllblatt von *Echinops* finden wir die Masse nicht nur an den Bastfaserbündeln, sondern auch an der Innenseite der Oberhaut (Taf. III, Fig. 51), deren Zellen in hohem Grade sklerosiert sind.

Das sekundäre Auftreten der Masse im Hypoderm oder zwischen diesem und der Oberhaut *(Xanthium, Rudbeckia, Verbesina)* könnte in der Weise erklärt werden, daß der Umwandlungsprozeß auch die außerhalb der Bastfaserzone liegenden Mittellamellen ergreift, wofür unter anderem auch das Auftreten der Masse in den radiallaufenden Wänden der Hypodermzellen (besonders schön bei *Verbesina encelioides,* Taf. II, Fig. 33) spricht. Die Umwandlungstendenz macht nicht mehr bei und an den sklerotischen Elementen Halt, von denen die Umwandlung ihren Ausgangspunkt genommen hat, sondern erstreckt sich auch in die Umgebung, sie strahlt gewissermaßen auch dahin aus, eine Art Fernwirkung der an den mechanischen Zellen haftenden melanogenen Schicht.

VI. Bemerkungen über die physiologische Bedeutung der „Masse".

In der Abhandlung über *Helianthus* (Hanausek I, p. 452), in der die Entstehung der Masse wohl unrichtigerweise auf einen Humifikationsprozeß zurückgeführt wurde, habe ich auch die Frage über die Bedeutung der Masse berührt und unter anderem auf den etwa durch sie herbeigeführten Lichtschutz hingewiesen. Weiter heißt es daselbst: »Andere Annahmen, zum Beispiel die eines Lostrennungseffektes, der Feuchtigkeitsregulierung oder die eines Schutzmittels gegen Tiere u. a. sind wohl gänzlich unwahrscheinlich.« Die an zahlreichen Arten durchgeführte Untersuchung hat nun auch in diese sehr dunklen Verhältnisse einigermaßen wenigstens Licht gebracht. Die zwei letztgenannten Annahmen möchte ich jetzt nicht mehr so streng ausschalten, denn zunächst erscheint die Masse zweifellos als ein mechanisches Schutzmittel; an denjenigen Früchten, deren Epidermis (und Hypoderm) bei der Reife obliteriert und schließlich nahezu gänzlich abgestoßen wird, bildet nun die Masse tatsächlich die äußerste Decke und bietet somit einen ausreichenden Abschluß der restierenden Perikarpgewebe nach außen.[1] Ihre Unangreifbarkeit erlaubt aber auch noch einen weiteren Schluß auf ihre Wirksamkeit. Die durch die Masse bewirkte Abschließung gegen außen ist gewiß geeignet, auf den Wassergehalt des Samens einen Einfluß zu nehmen und es wird nicht zu sehr von der Wahrheit entfernt sein, wenn wir annehmen, daß die Masse auch als eine Art Regulator für den Wassergehalt, insbesondere in bezug auf eine übermäßige Austrocknung zu fungieren vermag. Sie kann auch gegen den Einfluß zersetzender Substanzen Widerstand leisten, das Eindringen parasitärer Organismen verhindern, mithin eine Schutzwirkung nach verschiedenen Richtungen hin ausüben. Ob nicht noch ein tieferer Grund für die Entstehung und Bedeutung der Masse obwaltet, der in den Lebensprozessen, dem Aufbau des Samens und seiner Reservestoffe gelegen ist, läßt

---

[1] An ihre Stelle tritt bei denjenigen Gattungen, die der Masse entbehren und noch einer Schutzdecke bedürftig sind, ein Panzer von Calciumoxalatkrystallen, daher die Korrelation zwischen Masse und Oxalat, von der auf p. 42 die Rede ist, erklärlich sein dürfte.

sich selbstverständlich nicht behaupten, aber auch nicht kurzweg abweisen. Die Umwandlung der ursprünglichen (organisierten) Substanz in die Masse beruht mit Hinweis auf die Elementarzusammensetzung auf einer Anreicherung des Kohlenstoffes und einer Abnahme des Sauerstoffes; vielleicht haben die im Samen sich abspielenden Aufbau- und Stoffwechselprozesse eine größere, durch den normalen Luftaustausch nicht zustande kommende Menge von Sauerstoff nötig, so daß die Stätten dieser Prozesse auch noch auf andere Quellen des Sauerstoffes angewiesen sind und diesen der melanogenen Schicht entziehen.

Nur sehr exakte experimentelle Arbeiten können über die Bedeutung der Masse volle Aufklärung bringen.

VII. Schlußbetrachtung.

Überblicken wir noch einmal die Beziehungen, die zwischen dem Vorkommen der Masse und der Histologie des Perikarps obwalten, so finden wir, daß derjenigen Gewebefolge, die am häufigsten auftritt und die als die erste typische Grundform bezeichnet wurde, auch am häufigsten die Masse zukommt. Von den übrigen drei typischen Grundformen des Fruchtbaues ist es nur die dritte mit der Parenchymsklerose, die ausnahmsweise (und nur in sekundärer Lagerstätte) die Masse aufweist. Von den dreizehn Tribus der Kompositen sind nur drei durch das Auftreten der Masse in den meisten oder allen Gattungen ausgezeichnet. Die *Heliantheae* dürften wohl in allen Gattungen die Masse besitzen, so daß ihr Vorkommen auch als ein systematisches Merkmal bezeichnet werden kann. Dasselbe kann von der Subtribus *Ageratinae* (zur Tribus *Eupatorieae* gehörig) gelten. Die *Helenieae* endlich zeigen ein wechselndes Verhalten. Die Subtribus *Tagetininae* enthält nur masseführende Gattungen, die der *Heleninae* in der Mehrzahl bloß solche, aber auch mehrere Gattungen ohne die Masse. — Die Gattungen *Arnica*, *Echinops*, *Sphaeranthus*, *Ammobium* und *Perezia* stehen ganz vereinzelt, keine andere Gattung ihrer Tribus (beziehungsweise ihrer Subtribus), soweit sie untersucht worden sind, führt die Masse. Besonders auffallend ist aber, daß keine milchende Komposite, also keine Gattung der dreizehnten Tribus, die die Abteilung der *Ligulifloren* bildet, die Masse besitzt.

Wir können also sagen: Gewisse Gattungen der Kompositen, die zumeist drei bestimmten Tribus angehören, außerdem einige vereinzelte, anderen Tribus angehörige, enthalten in der Frucht oder im Hüll- und Spreublatt, in einem Falle in der Wurzel, eine kohlenstoffreiche Substanz, die in ihrem widerstandsfähigen Verhalten der Kohle ähnlich ist, anscheinend als Schutzdecke zu wirken hat und eine Entstehungsweise zeigt, die mit den bekannten Entstehungsarten der echten Sekrete nicht übereinstimmt. Die melanogene Schicht ist die Mittellamelle, sie ist stets an die mechanischen Zellen, zumeist an den Hartbast (Außenseite der Bastfaserbündel), aber auch an andere sklerotische Gewebe gebunden, also an histologische Elemente, die zu ihrem Aufbau einer bedeutenden Zufuhr von Baustoffen bedürfen. Diese Anhäufung von Baustoffen kommt auch der Masse zugute insofern, als sie die Vermehrung der letzteren in an sklerotischen Elementen armen Früchten ermöglicht. Da nun die Masse als Umwandlungsprodukt der Mittellamelle bezüglich ihres Aussehens von der Gestalt der mechanischen Zellen abhängig ist, so tritt sie in bestimmten, die betreffende Kompositengattung charakterisierenden Formen auf, die in den meisten Fällen die Zugehörigkeit der Arten zu einer und derselben Gattung erweisen können und daher den aus den morphologischen Eigenschaften sich ergebenden Verwandtschaftsverhältnissen eine weitere Stütze bieten. Die Hauptformen, in denen die Masse auftritt, sind das Netz mit mehr oder weniger gleich starken Längs- und Querstreifen, das Netz mit vorwaltenden starken Querbinden, das Netz mit rhombischen Maschen (*Flaveria*) und endlich die Platten oder Tafeln, deren wichtigster Vertreter *Tagetes* ist.

Die in meiner Akademieschrift (Hanausek II, p. 28) mitgeteilten »Ergebnisse«, die Eigenschaften, die Entstehung und das Vorkommen der Masse betreffend, haben sich auch nach den vorliegenden Untersuchungen als richtig erwiesen.

Eine besondere Bemerkung verdient das Verhalten der Perikarpsekrete verschiedener Kompositen, zum Beispiel von *Carthamus, Caesulia, Chrysanthemum,* im Wiesner'schen Gemische: Sie erweisen sich ebenso widerstandsfähig wie die Masse, wofern die betreffende Frucht einen gewissen Reifegrad erreicht hat. Das im Fruchtknoten und in der noch jugendlichen Frucht von *Carthamus* enthaltene Sekret wird vom Wiesnerschen Gemisch zerstört; sobald die Reifung so weit vorgeschritten, daß die zur Sklerose bestimmten anatomischen Elemente in der Tat sklerotisch geworden sind, wird das Sekret gleich der Masse widerstandsfähig. Sekret und Masse unterscheiden sich aber voneinander durch die Art ihrer Entstehung und wohl auch durch die chemische Zusammensetzung.

Schließlich möchte ich noch erwähnen, daß die Herren Dafert und Miklauz die Masse als eine besondere, nicht beschriebene Pflanzenstoffgruppe erkannten und diese mit dem Namen Phytomelane bezeichneten.

Register der Gattungen.

Kanimia.
Kuhnia.

Lactuca.
Lagascea.
Laggera.
Lapsana.
Lasthenia.
Launaea.
Layia.
Leontodon.
Leontopodium.
Leptoclinium.
Leucceria.
Leyssera.
Liabum.
Liatris.
Ligularia.
Lychnophora.

Madia.
Matricaria.
Melampodium.
Melanthera.
Metalasia.
Micractis.
Micropus.
Mikania.
Milleria.
Montanoa.
Moscharia.
Mulgedium.
Mutisia.
Myriactis.
Myriocephalus.

Nidorella.

Odontospermum.
Olearia.
Oligothrix.
Onopordon.
Othonna.

Pacourina.
Palafoxia.
Pallenis.
Parthenium.
Pectis.
Pegolettia.
Perezia.
Pericome.
Perityle.
Perotriche.
Perymenium.
Petasites.
Phagnalon.
Picris.
Piptothrix.
Pithocarpa.
Platycarpha.
Pluchea.
Podanthus.
Porophyllum.
Prenanthes.
Psiadia.
Pterigeron.
Pterotheca.

Raillardia.
Reichardia.
Rhagadiolus.
Rhetinodendron.
Rhodogeron.
Riddellia.
Rigiopappus.
Robinsonia.
Rudbeckia.

Sabazia.
Sachsia.
Sanvitalia.
Saussurea.
Scalesia.
Schkuhria.
Sclerocarpus.
Scolymus.
Scorzonera.
Senecio.
Serratula.
Siegesbeckia.
Silphium.
Silybum.
Solidago.
Sonchus.
Sparganophorus.
Sphaeranthus.
Spilanthes.
Stachycephalum.
Staehelina.
Stemmatella.
Stevia.
Stoebe.
Symphyopappus.
Syncephalantha.

Tagetes.
Taraxacum.
Tarchonanthus.
Tessaria.
Tetragonotheca.
Thelesperma.
Toxanthus.
Tragoceros.
Tragopogon.
Trichocoronis.
Trichogonia.
Trilisa.
Tripteris.
Tussilago.

Urospermum.
Ursinia.

Varthemia.
Verbesina.
Vernonia.
Villanova.
Wedelia.
Werneria.
Wulffia.

Xanthisma.
Xanthium.
Xanthocephalum.
Xeranthemum.

Zacyntha.
Zaluzania.
Zexemenia.
Zinnia.



Tafel I.

Tafel I.

Fig. 1—4. *Ageratum mexicanum* Sims.

Fig. 1. Querschnitt durch die reife Frucht, zirka 50/1. Der schwarz gezähnte Streifen stellt die »Masse« dar.

» 2. Querschnittspartie 400/1; 1 Epidermisrest mit einzelligen Haaren; 3, Masse, 4, einreihiger Bastfasermantel, 5, Parenchym der Innenseite; 6, Innere Zellreihe (Samenschale?); 7, Aleuronschicht.

» 3. Die erste Anlage der Masse, die »primäre Haut« mit Lücken und Querbinden; nach Behandlung mit dem Chromsäure-Schwefelsäuregemisch von der Scheitelpartie einer sehr jugendlichen Frucht als unlösbar zurückgeblieben.

» 4. Stück einer Bastfaserzelle in der Längsansicht: *a.* primäre (braune) Haut, *b.* erste Auflagerung auf derselben, *z.* Zäpfchen.

Fig. 5. *Eupatorium syriacum* Jacq. *a.* primäre Haut einer sehr jugendlichen Frucht, in der Fläche, darunter die Bastfasern; *b,* eine solche von der Seite mit den dicken, abgetumpften Zäpfchen.

Fig. 6—7. *Brickellia betonicaefolia* A. Gray.

Fig. 6. Querschnitt durch die Frucht, 50/1.

» 7. Querschnittspartie, 400/1: 1, Epidermis; 2, Hypoderm; 3, Masse der Bastfaserbündel der Rippen; 3*a,* die des kontinuierlichen Bastfasermantels 4*a*.

Fig. 8. *Barroelea subuligera* A. Gray. Querschnittspartie durch die Frucht, 400/1: 1, Epidermis; 2 Hypoderm; 3, Masse; 4, Bastfasern mit Zäpfchen.

Fig. 9—10. *Sphaeranthus angustifolius* DC.

Fig. 9. Hüllblatt des Köpfchens erster Ordnung mit der Masse, 30/1.

» 10. *A.* Netz der Masse nach Behandlung mit dem Wiesner'schen Gemisch. *B.* Querschnittspartie des Hüllblattes: 1, Epidermis der Außenfläche (der morphologischen Unterseite); 2, Bastfaserplatte; 3, Masse; 4, Parenchym (Hypoderm); 5 Epidermis der Innenfläche (der morphologischen Oberseite des Blattes).

Fig. 11—12. *Ammobium alatum* R. Br.

Fig. 11. Masse aus dem Spreublatt.

» 12. Querschnittspartie des Spreublattes: 1, Epidermis; 2, Masse; 3, Bastfasermantel; 4, Luftführende Gewebe.

Fig. 13—14. *Silphium trifoliatum* L.

Fig. 13. Querschnitt durch das untere Drittel der Frucht, 16/1.

» 14. Querschnittspartie von demselben Teil, 400/1: 1, Epidermis; 2, Hypoderm; 3, Masse; 4, Hartbastmantel.

Fig. 15. *Engelmannia pinnatifida* Torr. Gray. Querschnittspartie durch das Perikarp, 400/1: 1. Epidermis; 2, Hypoderm; 3, Masse: 4. Hartbastmantel; 5, Parenchym; 6, Netzleistenzellschicht.

Fig. 16—17. *Astemma dubium* Less.

Fig. 16. Querschnitt durch die obere Hälfte der Frucht, 14/1.

» 17. Querschnittspartie, 400/1: 1—4 wie Fig. 15.

Fig. 18. *Heliopsis levis* Pers. Querschnittspartie durch das Perikarp, 400/1: 1, Epidermis mit gefalteter Cuticula; 2, Sklereidenhypoderm, bei *x* mit der Masse; 3, Hauptlage der Masse; 4, Bastfasermantel.

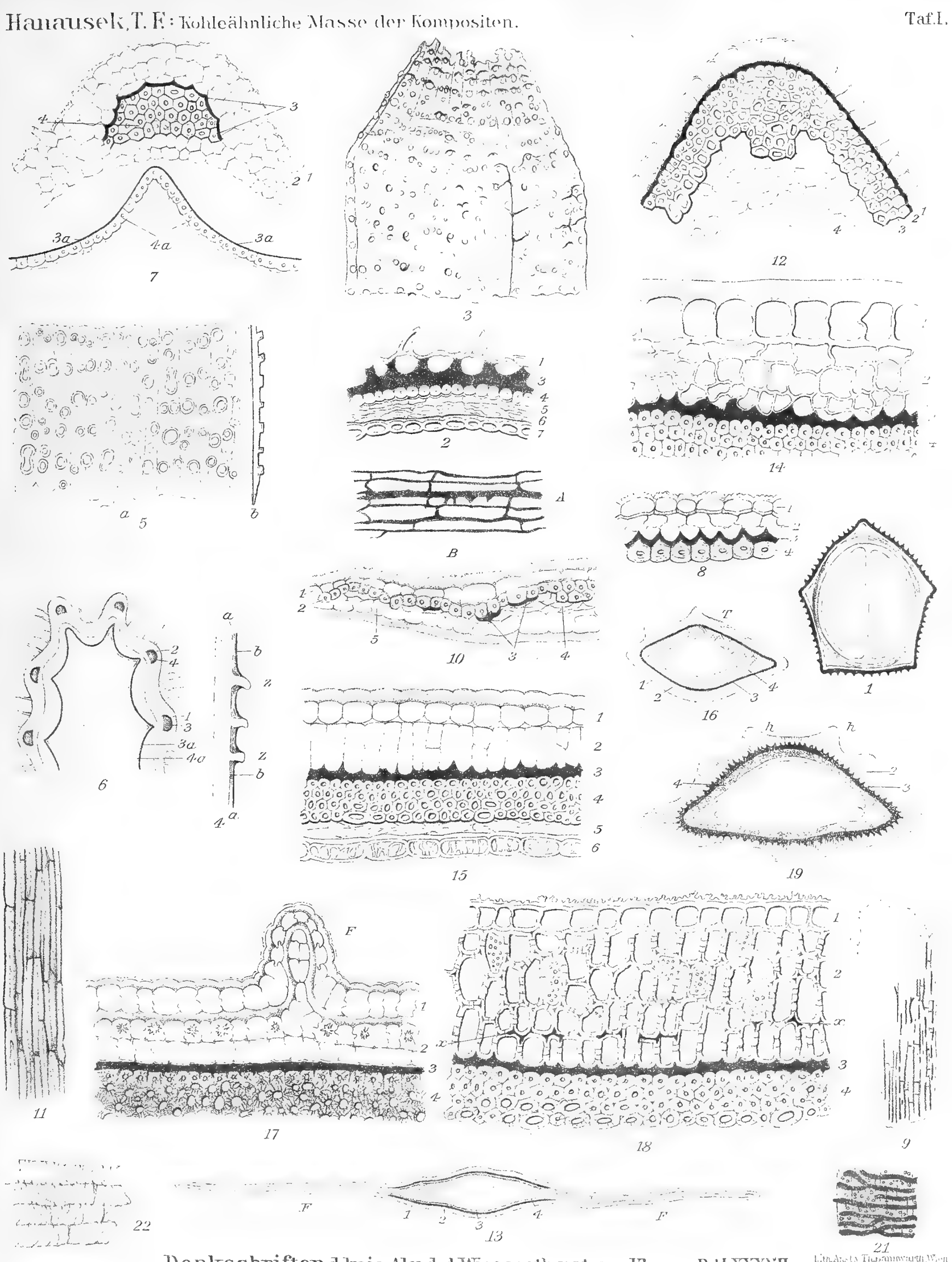
Fig. 19—22. *Eclipta alba* (L.) Hassk.

Fig. 19. Fruchtquerschnitt, 50/1.

» 20. Querschnitt durch einen Höcker, 350/1: die dunkelschattierte Partie ist gelbbraun gefärbt.

» 21. Masse in der Flächenansicht.

» 22. Zellen mit Netzvedickung: 1—4, Epidermis, Hypoderm, Masse und Bastfasermantel; *h* Höcker (auf Taf. II).



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

Tafel II.

Tafel II.

Fig. 20. Siehe Text bei Fig. 19—22.

» 23—24. *Sclerocarpus universalis* Hook.

Fig. 23. Querschnittspartie, 350/1.

» 24. Flächenansicht (siehe Text).

» 25—26. *Montanoa bipinnata* C. Koch.

Fig. 25. Querschnittspartie, 350/1: *c.* Cuticula; 1—5 wie vorige.

» 26. Flächenansicht der Epidermis und des Hypoderms, in letzterem Streifen und Zwickel der Masse.

» 27—28. *Tetragonotheca helianthioides* L.

Fig. 27. Querschnittspartie, 100/1.

» 28. Dieselbe, 400/1; 1, Epidermis; 2, äußere reduzierte Hypodermabteilung; 2*a*, innerste Hypodermzellenreihe mit Sklereiden; 3. Masse; 4, Bastfasermantel.

» 29. *Rudbeckia laciniata* L. Fruchtquerschnitt im oberen Drittel, 50/1.

» 30—31. *R. fulgida* Ait.

Fig. 30. Fruchtquerschnitt im oberen Drittel, 50/1.

» 31. Querschnittspartie, 350/1: 1, Epidermis; 2, Hypoderm; 3, Masse an den Bastbündeln (4); 3 *a*, Masse zwischen Epidermis und Hypoderm.

» 32. *Melanthera deltoidea* Michx. Bastfasern: *a*, auf der Außenseite; *b*, beiläufig inmitten; *c*, auf der Innenseite des Bastfasermantels. Bei *a* sind die Zäpfchen links von oben, rechts von der Seite gesehen.

» 33. *Verbesina encelioides* Benth. et Hook. fil.: Querschnitt durch eine Kante der Frucht mit dem Flügel *F*: 1, Epidermis; 2, Hypoderm; 3, Masse, bei *x* in den Radialwänden von 2; 4, Bastfasermantel; 5, Parenchym mit Gefäßbündel *G*.

» 34. *V. helianthioides* (Nutt). Querschnittspartie durch die Frucht ohne Oberhaut; 2, äußere, 2*a* innere Hypodermzellreihe; 3, Hauptlage der Masse; 3*a*, Masse im Hypoderm; 4, Bastfasermantel.

» 35. *Perymenium discolor* Schrd. Braune Haut aus jugendlicher Frucht nach Behandlung mit dem Chromsäure-Schwefelsäuregemisch. Zäpfchenlücken von dunklen Ringelchen begrenzt in Doppelreihen; Anlage von 2 Querbinden.

» 36. *P. Cervantesii* DC. Querschnittspartie, die reife Frucht.: 1, Epidermis; 2, Hypoderm, beide mit Farbstoffkörnern; 3, Masse; 4, Bastfasermantel mit innig verschmolzenen Zellen, deren Mittellamellen kaum angedeutet sind.

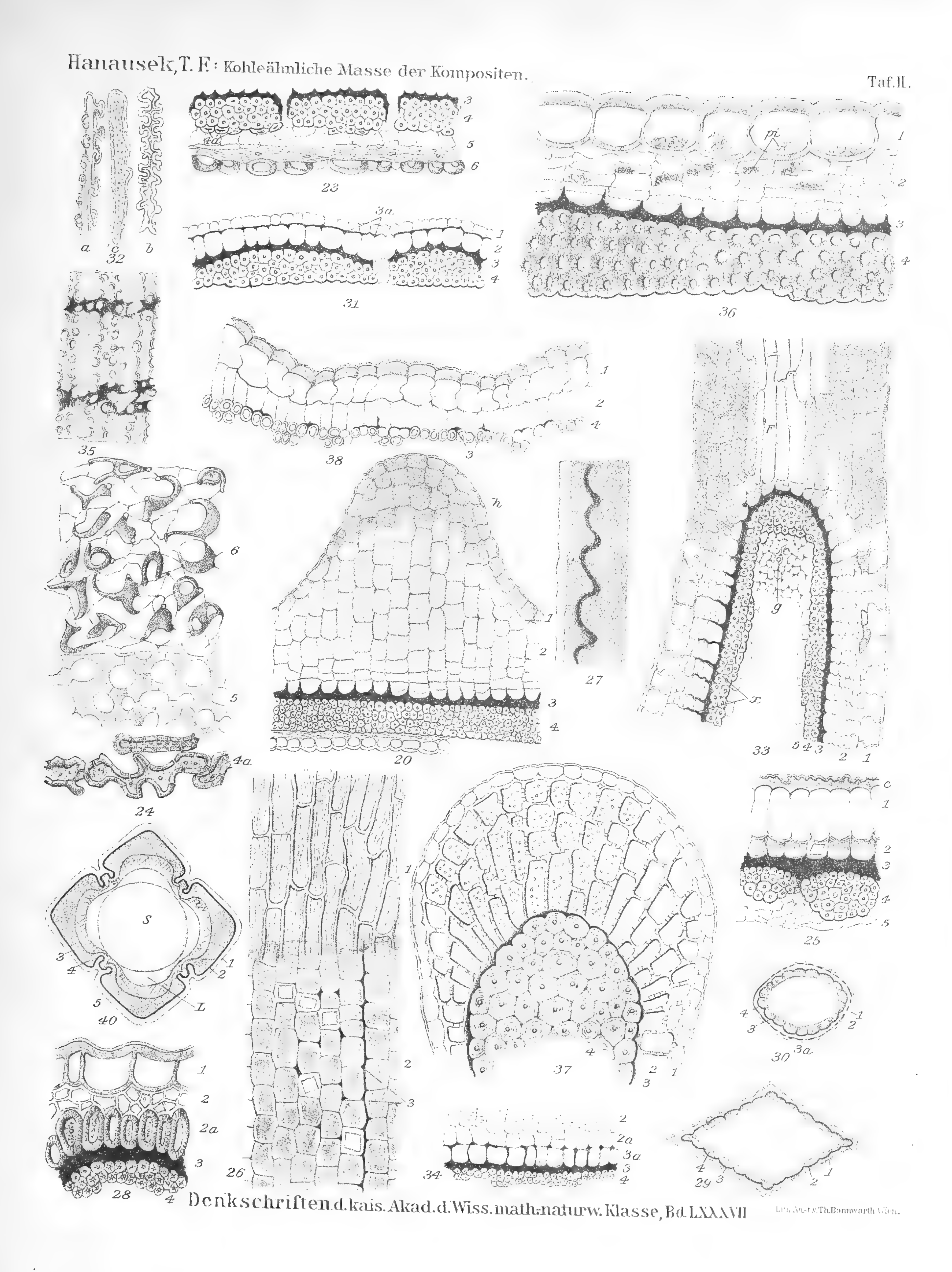
» 37. *Chrysanthellum procumbens* Rich. Querschnitt durch den Flügel: 1. Epidermis; 2, Hypoderm, beziehungsweise Füllgewebe des Flügels; 3, Masse; 4, Bastfasermantel.

» 38—39. *Bidens tripartita* L.

Fig. 38. Querschnittspartie durch den Fruchtknoten.

» 39. Querschnittspartie durch die reife Frucht: 1—4 wie oben; *G*. Gefäßbündel. (Auf Taf. III.)

» 40. *Cosmos caudatus* H. B. K. Querschnitt durch die Frucht, 50/1: 1—4 wie oben; 5, großzelliges Parenchym; *L*, große Lücken zwischen Perikarp und Samen *S*; die Trichome wurden nicht gezeichnet.



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth Wien.

Tafel III.

Tafel III.

Fig. 39. Siehe Text bei Fig. 38—39.

» 41—42. *Flaveria repanda* Lag.

Fig. 41. Querschnittspartie durch das Hüllblatt (*A*) und die Frucht: (*B*). 1, Oberhautrest; 3, Masse; 4, Hartbastmantel; *g*, Gefäßbündel.

» 42. Flächenansicht der Masse: *a*, Grenzschicht (Zwischenplatte); *b*, Ansicht bei hoher, *c* bei tiefer Einstellung.

» 43—44. *Chaenactis Douglasii* H. A.

Fig. 43. Querschnitt durch die Frucht, 50/1 *h*, Haare; *d*, Drüsen.

» 44. Querschnittspartie. 1—4 wie oben, bei *x* die in der Fuge liegende Masse.

» 45. *Dysodia glandulosa* O. Hoffm. Querschnittspartie durch die Frucht: 1—6 wie oben; die Zellen vor 6 sind nicht im Schnitte, sondern en face, gewissermaßen in toto gezeichnet.

» 46. *Pectis prostrata* Cav. Die Hälfte des Fruchtquerschnittes. 1—6 wie oben.

» 47—50. *Arnica montana* L. Querschnittspartien von 4 verschiedenen Entwicklungsstadien.

Fig. 47. Sehr jugendlicher Fruchtknoten, bei *g* 2 Spiroiden.

» 48. Zweites Stadium mit schon differenzierten Gewebsanlagen.

» 49. Unreife Frucht mit dem ersten Auftreten der Masse.

» 50. Reife Frucht. 1—4 und 1—6 wie oben. Haare und Drüsen sind in Fig. 47—49 nicht gezeichnet.

» 51—52. *Echinops corniger* DC. Hüllblatt des Köpfchens erster Ordnung.

Fig. 51. Querschnittspartie, 1. Epidermis mit einer Spaltöffnung; 2, Mesophyll; 3, Masse an den Bastfaserbündeln; 4, 3*a*, Masse an der Epidermis der Innenseite 5.

» 52. Epidermis der Innenseite (5) von der Fläche mit daraufliegendem Massenetz (3*a*).

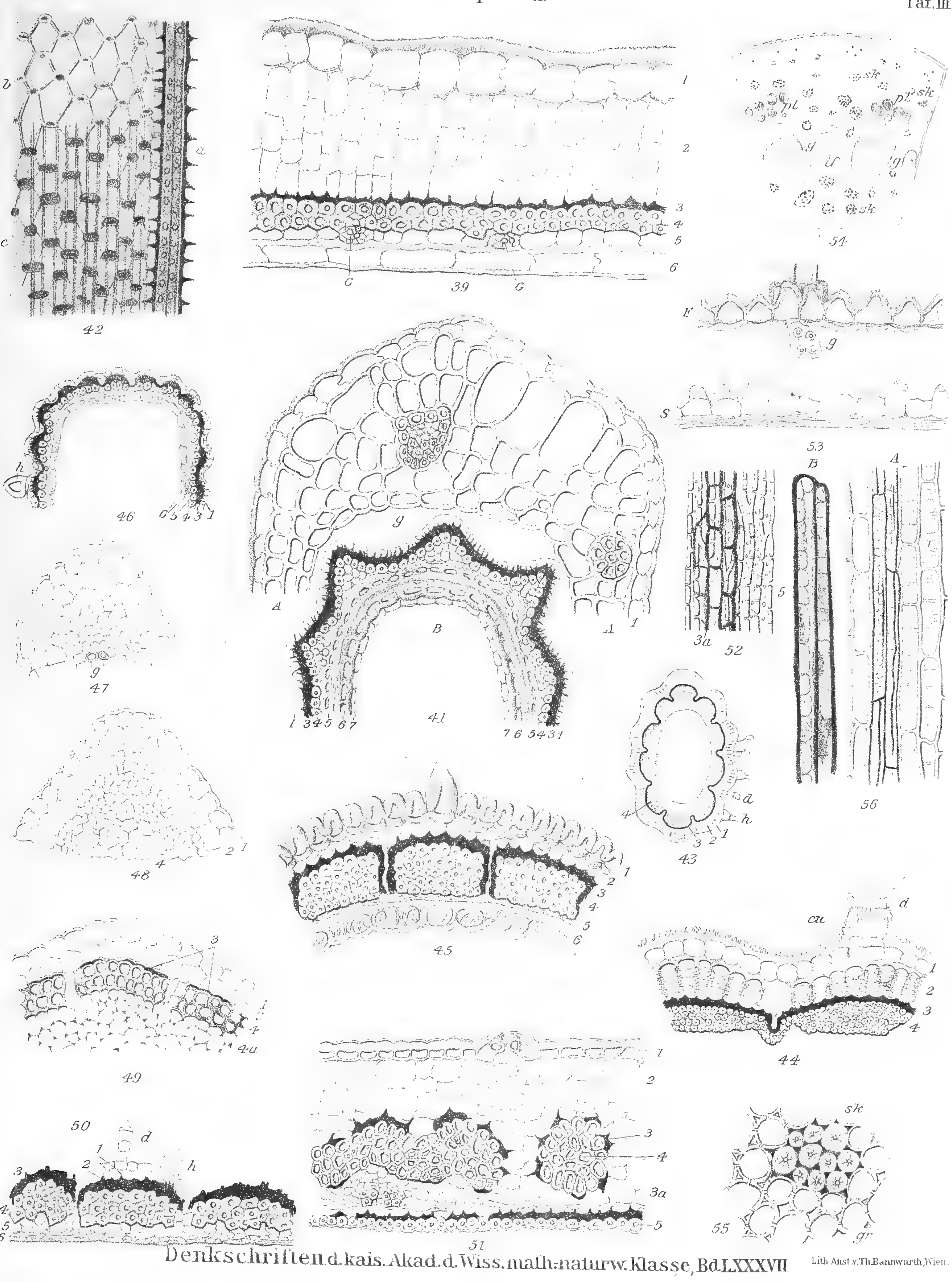
» 53. *Perezia achalensis* (O. Kuntze) Hieron. Partie eines Querschnittes durch die Frucht: *F*, Perikarp; *S*, Samenschale, beide von einander getrennt; *g*. Gefäßbündel.

» 54—56. *Perezia* sp. Wurzel.

Fig. 54. Querschnittspartie, 30/1: *sk*, Sklereidenbündel mit der Masse; *pe*, Perezonbehälter; *g*, Leitbündel; *if*, Interfaszikularbündel.

» 55. Querschnittspartie durch ein Sklereidenbündel und dem angrenzenden Grundgewebe; *sk*, Sklereiden, 350/1.

» 56. *A*, Sklereidenbündel in der Längsansicht mit den Massestreifen, 350/1: *B*, Stück einer Sklereide mit Massestreifen, 600/1.



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE KOHLEÄHNLICHE MASSE DER KOMPOSITEN

(CHEMISCHER TEIL)

VON

F. W. DAFERT u. R. MIKLAUZ

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 3. FEBRUAR 1911

Das extrazellurare Auftreten tiefbrauner bis schwarzer Stoffe unbestimmter Natur und Bedeutung vornehmlich in der Fruchtwand zahlreicher Kompositen ist seit längerer Zeit bekannt, aber erst von T. F. Hanausek[1] eingehend studiert worden. Er wies nach, daß man es in der sogenannten »Kohleschicht« in der Regel mit einem Umwandlungsprodukt der Zellwandsubstanz zu tun habe, dessen außerordentliche Widerstandsfähigkeit gegen Reagenzien eine besondere Eigentümlichkeit bildet. Nur vereinzelt sind Vorkommen sekretalen[2] Ursprungs festgestellt worden, und zwar von braunen Massen, die ihrem Verhalten nach eine etwas abweichende Beschaffenheit erkennen lassen.[3] Die mikrochemische Prüfung all dieser Körper führte zu keinem übereinstimmenden Ergebnis, was angesichts unserer geringen Kenntnisse auf dem Gebiete der Chemie der hochmolekularen Pflanzenstoffe nicht wundernehmen kann. Daß es sich weder um gummi- noch um harzartige Stoffe handelt, unterliegt keinem Zweifel; im übrigen gehen die Ansichten weit auseinander. Am meisten Anhänger hat die Hypothese gefunden, daß »kohleähnliche« Massen vorliegen, deren Entstehung auf einen sehr rasch verlaufenden Humifikations- und Verkohlungsprozeß zurückzuführen sei. T. F. Hanausek[4] neigt zur Annahme, »daß die schwarze Masse eine der Kohle nahe verwandte Substanz enthalte und daß ihr ein sehr hoher Kohlenstoffgehalt zukommen müsse.« Ein genauerer Aufschluß war nach der ganzen Sachlage nur von einer makrochemischen Prüfung zu erwarten, die wir auf Anregung T. F. Hanausek's und mit seiner wertvollen Unterstützung hinsichtlich der Auswahl des Untersuchungsmateriales im Laufe des Jahres 1910 durchgeführt haben. Im folgenden berichten wir kurz über ihre Ergebnisse.

[1] T. F. Hanausek. Ber. d. D. Bot. Ges., 1902, XX, p. 450, und die im folgenden zitierten Abhandlungen.

[2] *Carthamus* scheidet ursprünglich ein echtes Sekret ab, das erst bei der Fruchtreife den Charakter der »kohleähnlichen« Masse annimmt.

[3] T. F. Hanausek. Denkschr. d. math.-naturw. Kl. d. kais. Akad., Bd. LXXXVII (bei *Carthamus*).

[4] Derselbe. Sitzungsber. d. kais. Akad., Wien, math.-naturw. Kl., CXVI, Abt. I, 1907, p. 14.

1. Darstellung.

Der von T. F. Hanausek[1] eingeschlagene Weg zur Bloßlegung der »Kohleschicht« unter dem Mikroskope eignet sich auch zur Herstellung größerer Mengen der zu untersuchenden Substanz. Es ist dies die Behandlung der Samenschalen oder Samen mit der von J. Wiesner[1] zuerst empfohlenen Chromsäure-Schwefelsäure-Mischung.

Wir arbeiteten mit Lösungen, die durch Sättigung von mäßig verdünnter Schwefelsäure (4 Teile Säure auf 1 Teil Wasser) mit Chromsäureanhydrid bereitet worden waren. Eine Erhöhung der Konzentration der Säure kürzt die erforderliche Einwirkungsdauer nicht unwesentlich ab, vermehrt aber auch die Neigung zum Eintritt stürmisch verlaufender Reaktionen, die beim Hantieren im größeren Stile nicht unbedenklich sind. Eine stärkere Verdünnung der Säure — und hielte sie sich auch in relativ bescheidenen Grenzen — verringert die Wirksamkeit der Mischung über das praktisch zulässige Maß hinaus; die Einwirkungsdauer wird ungebührlich verlängert, die Lösung »erschöpft« sich bald. Das Chromsäureanhydrid haben wir stets im Überschuß angewendet, so daß im Laufe der Behandlung dem fortschreitenden tatsächlichen Verbrauch entsprechend immer neue Mengen in Aktion treten konnten.

In je $1^1/_2\,l$ des Chromsäure-Schwefelsäure-Gemisches, das sich in $2\,l$ fassenden, durch Wasser von Zimmertemperatur gekühlten Bechergläsern befand, wurde der betreffende Rohstoff (Samen, Schalen u. dgl.) nach vorangegangener Reinigung portionenweise eingetragen. Es vergehen oft einige Stunden, bis die Reaktion einsetzt und die Masse unter Entweichen von Kohlensäure je nach der Natur des verarbeiteten Gutes mehr oder weniger lebhaft aufschäumt. Gleichzeitig erwärmt sich, wenn man nicht häufig umrührt und so für Kühlung sorgt, die Oberfläche der Flüssigkeit recht bedeutend. $1500\,cm^3$ des Chromsäure-Schwefelsäure-Gemenges reichen zur Aufschließung von 30 bis 55 *g* lufttrockener organischer Substanz aus, doch empfiehlt es sich, nicht mehr als 20—25 *g* aufzulösen, damit das Abfiltrieren vom unlöslichen, kohleähnlichen Rückstand nicht allzusehr erschwert wird. Nach einigen Tagen ist die Reaktion beendigt, die grüne Lösung kann nach dem Verdünnen mit Wasser und nach Zerstörung der freien Chromsäure mittels Alkohol durch einen großen Büchner'schen Filtriertrichter abgesaugt werden. Der Rückstand von der einmaligen Einwirkung des Säuregemisches enthält, namentlich wenn größere Substanzmengen auf einmal verarbeitet worden sind, neben den kohleähnlichen Substanzen, die wir der Kürze halber »Phytomelane« nennen wollen, noch andere mehr oder weniger widerstandsfähige Pflanzenteile. Diese Rückstände verschwinden jedoch bei der Behandlung mit frischem, ungeschwächtem Lösungsmittel schon nach wenigen Stunden. Im Gegensatz hiezu zeigen die Phytomelane auch nach monatelanger Einwirkung der Säure keinerlei Veränderung. Darum haben wir stets zweimal, und zwar das zweitemal mit einem großen Überschuß von Oxydationsgemisch aufgeschlossen; erst wenn sich bei der mikroskopischen Prüfung des Rückstandes seine völlige Einheitlichkeit ergab, gingen wir daran, ihn sorgfältig mit kaltem und heißem Wasser, mit verdünnter Ammoniaklösung, dann wieder mit Wasser und endlich mit Alkohol und Äther zu waschen. Ab und zu auftretende, mechanisch beigemengte mineralische Verunreinigungen lassen sich zum größten Teil durch Absieben, Schlemmen u. dgl. und vollständig mit Hilfe von Flußsäure beseitigen, doch wurde von der Anwendung des letzterwähnten Verfahrens Umgang genommen, weil die Anwesenheit selbst nur von Spuren freier Flußsäure möglicherweise zur Bildung von $SiFl_4$ und damit zu Fehlern bei der Elementaranalyse Anlaß gibt.

---

[1] Ebendort, p. 7.

[2] J. Wiesner, Einleitung in die technische Mikroskopie, Wien 1867, p. 38.

Zur Untersuchung gelangten die Früchte von:

Helianthus annuus L.
Tagetes patulus L.
— *erectus* L.
Ageratum mexicanum Sims.
Dahlia variabilis (W.) Desf.
Zinnia elegans Jacq.
Guizotia abyssinica (L.) Cass.
Coreopsis Drumondii Torr. et Gray.

nebst den Früchten von *Carthamus tinctorius* L.

Die Menge der bei 105° C getrockneten Phytomelane betrug, auf lufttrockene Substanz bezogen, bei:

Helianthus annuus L. (entkernt)	1·4%
Tagetes patulus L.	3·2%
— *erectus* L.	2·8%
Ageratum mexicanum Sims.	3·8%
Dahlia variabilis (W.) Desf.	3·2%
Zinnia elegans Jacq.	0·7%
Guizotia abyssinica (L.) Cass.	2·0%
Coreopsis Drumondii Torr. et Gray	1·9%
Carthamus tinctorius L.	6·9%

Die reichsten Ausbeuten liefern demnach *Ageratum mexicanum* Sims., *Dahlia variabilis* (W.) Desf. und die beiden Arten von *Tagetes*; doch eignen sich zur Darstellung größerer Mengen eigentlich nur die Samen von *Tagetes patulus* L. und *Tagetes erectus* L., die vom Oxydationsgemisch ungemein rasch aufgeschlossen werden. Auch bilden die Phytomelane dieser Pflanzen lange, schwarze, seidenglänzende Fasern, die sich unter dem Mikroskop als nach beiden Enden spitz zulaufende Platten erweisen. Sie lassen sich ebenso leicht von anhaftenden mineralischen Verunreinigungen trennen als rasch waschen und abfiltrieren.

2. Eigenschaften und Zusammensetzung.

Das mikroskopische Bild, das die isolierten Phytomelane bieten, unterscheidet sich in nichts von dem der kohleähnlichen Ablagerungen im unberührten Perikarp. Der ursprüngliche zarte Bau, dessen Form mit der Pflanzenart wechselt, ist, von nebensächlichen Einzelheiten abgesehen, unverändert erhalten; man hat den Eindruck, daß die den Gegenstand der Untersuchung bildende Schicht tatsächlich aus ihrer Umgebung kunstvoll herausgeschält wurde. Selbst die feinen Abstufungen in der Farbe, vom Dunkelbraun der Ränder zum tiefen Schwarz der Kerne sind hier wie dort in gleicher Deutlichkeit wahrzunehmen. Äußerlich stellen die Phytomelane homogene schwarze, je nach der Größe und Form der Einzelelemente filzartige, schuppige, pulverige oder scheinbar aus Krystallnadeln zusammengesetzte Massen dar, die in ihren Eigenschaften einander ziemlich ähneln. Ihre Widerstandsfähigkeit gegen chemische Agenzien, wie konzentrierte Schwefelsäure, Mischungen von Schwefelsäure und Salpetersäure, konzentrierte rauchende Salpetersäure, Bromwasser, Flußsäure, Kalilauge, Ammoniak und Wasserstoffsuperoxyd, ist außerordentlich groß. Wochenlange Behandlung mit kalter konzentrierter roter rauchender Salpetersäure ist ohne Erfolg, selbst kochende Schwefelsäure und Salpetersäure greifen die Phytomelane nur langsam an. Schmelzende Alkalien geben keine braun gefärbte Lösung, wohl aber werden die Phytomelane, was nicht wundernimmt, durch kochende Chromsäure-Schwefelsäure-Mischung

also durch ein Oxydationsmittel, dem selbst Graphit nicht zu widerstehen vermag, ziemlich leicht zerstört. Beim Erhitzen in einer Probierröhre tritt nach Erreichung einer bestimmten Temperatur unter Verpuffung eines Teiles der Substanz Aufglühen ein, eine Eigenschaft, die wohl auf Rechnung der oxydierenden Wirkung des Chromsäure-Schwefelsäure-Gemenges zu setzen sein dürfte. Die vor der Verpuffung unter dem Mikroskop stellenweise, und zwar besonders an den Rändern sichtbaren, mehr oder weniger braun durchscheinenden Stellen sind nach der Verpuffung verschwunden; die ganze Masse hat eine gleichmäßig schwarze Färbung angenommen. Dieser merkwürdige Vorgang erinnert lebhaft an das Verhalten der durch Oxydation des Graphits mit roter, rauchender Salpetersäure und Kaliumchlorat erhaltenen sogenannten Graphitsäure (Graphitoxyd), die ebenfalls beim Erwärmen verpufft und dabei einen schwarzen, kohleähnlichen Rückstand, die Pyrographitsäure oder das Pyrographitoxyd, hinterläßt.

Was die Zusammensetzung der Phytomelane betrifft, handelte es sich zunächst darum, den Einfluß festzustellen, den eine verlängerte Einwirkung des Oxydationsgemisches auf die isolierten Substanzen ausübt. Die mit *Tagetes patulus* L. und *Ageratum mexicanum* Sims. ausgeführten Versuche lieferten folgende Zahlen:

Pflanze	Einwirkungsdauer[1]	Mittlere Elementarzusammensetzung in %			Atomverhältnis		
		C	H	O	C	H	O
Tagetes patulus L.	nach 7 Tagen	71·81	3·44	24·75	3·87	2·21	1
detto	nach 1 Monat	71·76	3·40	24·84	3·85	2·17	1
detto	nach 5 Monaten	72·24	3·43	24·33	3·96	2·24	1
Ageratum mexicanum Sims.	nach 3 Tagen	71·32	3·06	25·62	3·71	1·90	1
detto	nach 17 Tagen	70·83	3·33	25·84	3·66	2·04	1
detto	nach 5 Monaten	71·65	2·92	25·43	3·76	1·82	1

Die wahrgenommenen geringen Schwankungen in der Elementarzusammensetzung erklären sich aus der nicht vollkommenen Einheitlichkeit des Ausgangsmaterials. Jedenfalls sind die Phytomelane nach höchstens drei Tagen von allen sie begleitenden Verunreinigungen befreit und werden bei Zimmertemperatur vom Oxydationsgemisch nicht mehr verändert.

Stickstoff ist nur in Spuren vorhanden; der Aschengehalt beträgt, wenn nicht mit Flußsäure behandelt wurde (p. 2 [144]), im Mittel ungefähr 0·8%, andernfalls sinkt er bis auf einige Hundertel Prozente herab. Wir haben ferner festgestellt, daß bei normaler, lang fortgesetzter Einwirkung des Chromsäure-Schwefelsäure-Gemisches die chemische Zusammensetzung der Phytomelane zwar konstant blieb, daß jedoch ihre Menge abnahm. Der Gewichtsverlust betrug nach dreimonatlicher Einwirkung ungefähr 6% vom ursprünglichen Gewicht der Trockensubstanz.

Auf Grund dieser Vorversuche verfuhren wir in der Folge zum Zweck der Reindarstellung möglichst großer Mengen von Phytomelanen aus den verschiedenen Pflanzen so, daß wir das Säuregemisch nicht länger einwirken ließen, als zur Erzielung der konstanten Elementarzusammensetzung notwendig war.

---

[1] Die als Einwirkungsdauer angegebenen Zeiträume beziehen sich auf bereits isolierte Phytomelane, also auf solche, die durch eine vorausgegangene dreitägige Behandlung mit Chromsäure-Schwefelsäure-Mischung aus den entsprechenden Samen gewonnen worden waren.

Die Untersuchung der erhaltenen Produkte lieferte im Mittel mehrerer untereinander gut übereinstimmender Analysen folgende Zahlen:

Pflanze	Farbe	Mittlere Elementarzusammensetzung in %			Atomverhältnis		
		C	H	O	C	H	O
Carthamus tinctorius L.	braun	67·10	4·67	28·23	3·18	2·63	1
Helianthus annuus L.	braun bis schwarz	69·76	3·51	26·73	3·48	2·08	1
Tagetes erectus L.		70·70	3·47	25·83	3·65	2·13	1
Zinnia elegans Jacq.		70·99	3·50	25·51	3·71	2·18	1
Quizotia abyssinica (L.) Cass.		71·05	3·44	25·51	3·72	2·14	1
Ageratum mexicanum Sims.		71·32	3·06	25·62	3·71	1·90	1
Tagetes patulus L.		71·81	3·44	24·75	3·87	2·21	1
Coreopsis Drumondii Torr. et Gray	schwarz	76·08	3·38	20·54	4·94	2·61	1
Dahlia variabilis (W.) Desf.		76·47	3·35	20·18	5·05	2·64	1

Es ist nun zunächst die Frage aufzuwerfen, auf was sich die im vorstehenden mitgeteilten Zahlen eigentlich beziehen. Hat das tief eingreifende Verfahren, dem wir die Ausgangsmaterialien bei der Herstellung der Phytomelane unterwerfen mußten, die in der Pflanze sichtbare »kohleähnliche Masse« verändert oder nicht? Solange es kein anderes Mittel zur Beseitigung der nicht kohleähnlichen Bestandteile der Gewebe usw. gibt als die gleichzeitig entwässernde und oxydierende Chromsäure-Schwefelsäure-Mischung, wird es nicht möglich sein, in dieser Richtung sichere Schlüsse zu ziehen. Am ehesten versprach noch das Studium verwandter oder ähnlicher Pflanzenstoffe Anhaltspunkte für die Beurteilung der ursprünglichen Natur der Phytomelane zu liefern.[1] Vor allem eigneten sich zu einem Vergleich Steinkohle,[2] Anthracit und Graphit, weil sie gegen die Säuremischung ebenfalls sehr widerstandsfähig sind.

Wir behandelten Steinkohlen verschiedener Herkunft, Anthracit und Graphit genau so wie die Phytomelane bis zu ihrer Abscheidung und verfolgten soweit als möglich analytisch die eingetretenen Veränderungen. So haben wir z. B. 1·5166 *g* einer feingepulverten, mit Alkohol und Äther ausgezogenen 2 Stunden lang bei 105° C. getrockneten Steinkohle *A*, die 1·3204 *g* organische Substanz enthielt, 2 Monate hindurch mit 100 cm^3 Säuremischung unter häufigem Umrühren bei Zimmertemperatur stehen gelassen. Nach Ablauf dieser Zeit wurde die tiefdunkelgrün gewordene Flüssigkeit stark mit Wasser verdünnt, dann mit Alkohol versetzt und schließlich durch ein bei 105° C. getrocknetes und gewogenes Filter filtriert. Das Gewicht des sorgfältig gewaschenen, hierauf getrockneten und schließlich gewogenen Rückstandes betrug 1·3179 *g*, woraus sich nach Abzug der Asche ein Gehalt an organischer Substanz von 1·1862 *g* berechnete. Es sind demnach 1·3204—1·1862 = 0·1342 *g* = 10·16% organische Substanz zerstört worden. In einem anderen Versuch mit 0·866 *g* der Steinkohle *B* und 100 cm^3 Säuremischung

[1] Das schwarze Pigment des Ebenholzes wird vom Chromsäure-Schwefelsäure-Gemisch vollständig zerstört, ist also kein Phytomelan.

[2] Wiesner, Über den mikroskopischen Nachweis der Kohle in ihren verschiedenen Formen. Sitzungsberichte, der Wiener Akad., mathem.-naturw. Kl., CI, Abt. I, 1892, p. 371 ff.

betrug der Verlust an organischer Substanz 25·13%. Im folgenden seien die Ergebnisse der Elementaranalyse, bezogen auf die vorhandene organische Substanz, angeführt:

Ausgangsmaterial	Behandlung	Mittlere Elementarzusammensetzung in %			Atomverhältnis		
		C	H	O[1]	C	H	O[2]
Steinkohle A	unbehandelt	82·56	4·83	12·61	8·730	6·128	1
	1½ Monate lang behandelt	75·50	4·39	20·11	5·006	3·493	1
	2½ Monate lang behandelt	70·75	3·89	25·36	3·720	2·455	1
Steinkohle B	unbehandelt	80·41	4·83	14·76	7·264	5·235	1
	2 Monate lang behandelt	73·72	4·38	21·90	4·489	3·200	1
	5 Monate lang behandelt	66·76	3·88	29·36	3·032	2·114	1
Anthracit	unbehandelt	92·35	3·24	4·41	27·925	11·756	1
	2½ Monate lang behandelt	84·21	2·95	12·84	8·744	3·676	1

Die analytische Verfolgung der Veränderungen, die der Graphit erleidet, bot so große technische Schwierigkeiten, daß wir von ihr absahen. Kurz erwähnt sei jedoch das eigenartige Verhalten verschiedener Graphitsorten zur Chromsäure-Schwefelsäure-Mischung. Verrührt man 3 bis 4 *g* der feingepulverten Substanz mit soviel Säure, daß ein ganz dünnflüssiger Brei entsteht, und überläßt diesen sich selbst, so kann man bei manchen Graphitsorten nach zwei- bis dreitägiger Einwirkung ein Erstarren des Gemenges zu einer steifen Gallerte und gleichzeitig ein teilweises Verschwinden der freien Chromsäure bemerken. Fein geschlemmter Graphit aus Budweis zeigte diese Reaktion äußerst schön, ebenso Ceylongraphit, dagegen lieferte ein Graphitmuster aus Mühldorf an der Donau keine Gallerte. Die Suspension wurde in diesem Falle nur etwas dickflüssiger. Es handelt sich dabei offenbar um denselben Vorgang, den Brodie[3] bereits beschrieben hat; nur ließ dieser Forscher die Oxydationsmittel, Mischungen von Schwefelsäure mit Salpetersäure, Kaliumchlorat oder Kaliumchromat, in der Wärme einwirken und erhitzte dann die ausgewaschenen Produkte. Die entstandene Gallerte bildet nach dem Verdünnen mit Wasser eine feine Suspension, die wir leider nicht zu filtrieren vermochten. Es bleibt daher die interessante Frage, ob sich der Graphit etwa durch Sauerstoffeintritt chemisch verändert hat, vorläufig offen.

Das Studium der Verschiebungen, die das Atomverhältnis bei den verschiedenen Materialien unter dem Einfluß des Säuregemisches erleidet, lehrt:

1. Daß die Phytomelane keine Ähnlichkeit mit Steinkohle und Anthracit haben. Jene sind unveränderlich, diese werden langsam in, verglichen mit der ursprünglichen Substanz, kohlenstoff- und wasserstoffärmere Körper verwandelt. Bei den Steinkohlen gelangten wir schließlich zu Reaktionsprodukten, die ihrer Zusammensetzung nach mit den Phytomelanen in Beziehung gebracht werden könnten. Zugunsten einer solchen, wenn auch nur generellen Beziehung sprach die Erwägung, daß die Phytomelane offenbar die unter den gegebenen Verhältnissen höchste erreichbare Oxydationsstufe einer

---

[1] Einschließlich geringer Mengen Stickstoff.

[2] Der vorhandene Stickstoff als Sauerstoff in Rechnung gestellt.

[3] Annales de Chimie et de Physique, 45 (1855), p. 351.

— wenn der Ausdruck gestattet ist — hypothetischen Stammsubstanz (Zellulose?) darstellen, aus der sie hervorgegangen sind. Man vermochte sich nun ohneweiters zu denken, daß andere pflanzliche Stoffe verwandten Ursprungs unter denselben Verhältnissen als höchste Oxydationsstufe ähnliche Körper liefern würden, eine Annahme, die zu weiteren Versuchen zwang, auf die wir noch zurückzukommen haben.

2. Das Verhalten der Phytomelane gegen die Säuremischung macht es mehr als wahrscheinlich, daß sie schon in der Pflanze präexistieren, d. h. daß die von uns untersuchten Körper mit den kohleähnlichen Massen Hanausek's wenigstens in der Hauptsache wirklich identisch sind. Wir haben die Phytomelane durch eine Behandlung mit der Säuremischung in der Dauer von wenigen Tagen abgeschieden, eine Frist, die nach den vorliegenden Erfahrungen viel zu kurz ist, als daß sie ausreichen könnte, andere organische Stoffe in eine durch die Säuremischung nicht mehr angreifbare Form zu verwandeln. Nur die Tatsache, daß die Phytomelane wie einzelne Oxydationsprodukte des Graphits teilweise sogar mit allen Zeichen einer Entflammung »krepieren« (p. 4 [146]), kann unter gewissen Voraussetzungen gegen ihre Unversehrtheit im eben entwickelten Sinn ins Feld geführt werden. Leider haben wir von der wahren Natur dieser Vorgänge derzeit keine rechte Vorstellung. Das Aufflammen tritt sowohl im luftleeren Raum als auch im Stickstoffstrom ein, was beweist, daß es sich um einen intramolekularen Zerfall und um keine Entzündung gewöhnlicher Art handelt.

Zwecks Aufklärung der oben besprochenen Frage nach der Identität der bei Einwirkung des Säuregemisches auf Steinkohle entstehenden Produkte mit den Phytomelanen haben wir Abbauversuche angestellt, die aber bis auf eine Ausnahme negativ verliefen. Nur die Jodwasserstoffsäure greift die Phytomelane unter gewissen Bedingungen an. Ihre reduzierende Wirkung kann dazu benutzt werden, die neue Körpergruppe weiter zu kennzeichnen. Das Verhalten der aus Steinkohle gebildeten Substanzen, verglichen mit dem der Phytomelane, ist in dieser Hinsicht so verschieden, daß es eine Identität beider völlig ausschließt.

Läßt man auf Phytomelane im Einschlußrohr mehrere Stunden hindurch in Gegenwart von rotem Phosphor Jodwasserstoffsäure von der Dichte 1·75 einwirken, so erhält man je nach der Herkunft der Phytomelane, ohne daß ihre Struktur verändert würde, Produkte von grünlichgelber bis dunkelbrauner Farbe. Je niedriger der Kohlenstoffgehalt der Phytomelane ist, umso leichter werden sie angegriffen. Das Phytomelan aus *Dahlia variabilis* (W.) Desf. erleidet beispielsweise fast keine sichtbare Veränderung, während sich das aus *Tagetes patulus* L. und *erectus* L. nach mehrtägiger Behandlung in eine grünlichgelbe Masse verwandelt. Das Sekret aus *Carthamus tinctorius* L. zeigt insofern ein abweichendes Verhalten, als es sich unter dem Einfluß der Jodwasserstoffsäure verhältnismäßig leicht in ein hellgelbes, fast weißes Produkt verwandelt. Bemerkenswert ist ferner, daß alle diese durch Reduktion erhaltenen Substanzen gegenüber Chromsäure-Schwefelsäure-Mischung ebenso widerstandsfähig sind wie ihre Muttersubstanzen. Sie lösen sich in keinem der gebräuchlichen Lösungsmittel auf und haben die Eigenschaft, beim Erhitzen im Kölbchen aufzuflammen, verloren. Bei der Verbrennung geben sie reichlich Destillationsprodukte.

Die aus den Steinkohlen entstehenden widerstandsfähigen schwarzen Substanzen liefern, wenn sie mit der fünffachen Menge ihres Gewichtes Jodwasserstoffsäure und der halben Menge roten Phosphors 20 bis 30 Stunden lang im Einschlußrohr auf 160 bis 170° C. erhitzt werden, entweder vollkommen geschmolzene oder blasig aufgetriebene schwarze bis braune Massen, die sich zwar in der Hitze ebenfalls größtenteils verflüchtigen, aber in Chloroform, Benzol, Äther leicht löslich sind. Durch Alkohol werden daraus Körper gefällt, die nach dem Waschen und Trocknen noch etwas Jod enthalten und ein hellgelbes oder braunes Pulver bilden. Die durch Alkohol nicht fällbaren Anteile der Lösung in Chloroform sind höher jodierte Produkte, auf die wir zunächst nicht weiter Rücksicht genommen haben. Beim Öffnen der Einschlußröhren ist stets deutlicher Petroleumgeruch wahrnehmbar. Auf der Oberfläche der Flüssigkeit bemerkt man eine dünne irisierende Ölhaut, doch waren die erhaltenen Mengen zu gering, um nähere

Untersuchungen ausführen zu können. Offenbar bilden sich aus der Kohle neben Substanzen, die bei unseren Versuchen zunächst noch geringe Mengen Sauerstoff im Molekül enthalten, verschiedene Kohlenwasserstoffe. Es ist sehr wahrscheinlich, daß bei fortgesetzter Behandlung mit Jodwasserstoffsäure die Steinkohle glatt in Kohlenwasserstoffe übergeht. Ein ganz ähnliches Verhalten zeigen nach von uns vorgenommenen Versuchen übrigens auch Braunkohle, Zellulose, Stärke usw.

Aus den im nachfolgenden zusammengestellten Ergebnissen der Elementaranalyse erhellt der Einfluß, den die Jodwasserstoffsäure einerseits auf die Phytomelane, andrerseits auf die untersuchten Abkömmlinge der Steinkohle und vergleichsweise auch auf die vermutliche Stammsubstanz beider, auf die Zellulose, ausübt, und zwar haben wir für diesen Zweck typische Beispiele gewählt. Die Berechnungen gehen von der Annahme aus, daß der Reduktionsprozeß glatt verläuft. In Wirklichkeit dürfte dies aber nur bei den Phytomelanen der Fall sein; bei Steinkohle und Zellulose tritt anscheinend nebenher ein teilweiser Abbau und Jodierung ein. Die analysierten Produkte überwiegen indessen ihrer Menge nach so bedeutend, daß man sie wohl als jeweiliges Hauptergebnis der Reaktion ansprechen darf.

Substanz	Vor der Einwirkung der HJ						Nach der Einwirkung der HJ						Anmerkung
	Elementarzusammensetzung in %			Atomverhältnis			Elementarzusammensetzung in %			Atomverhältnis			
	C	H	O	C	H	O	C	H	O	C	H	O	
Steinkohle A (nach 1 1/2 Monate dauernder Einwirkung der Chromsäure-Schwefelsäure-Mischung)	75·50	4·39	20·11[1]	5·01	3·47	1[2]	76·95	8·19	14·86[1]	6·90	8·75	1[2]	Auf 1 Atom Sauerstoff, das ausgetreten ist, sind 12·65 Atome Wasserstoff eingetreten!
Phytomelan aus *Tagetes patulus* L. (nach 1 Monat dauernder Einwirkung der Chromsäure-Schwefelsäure-Mischung)	71·76	3·40	24·85	3·86	2·17	1	81·70	9·03	9·27	11·74	15·45	1	Auf 1 Atom Sauerstoff, das ausgetreten ist, sind 4·34 Atome Wasserstoff eingetreten!
Zellulose (Filtrierpapier)	44·40	6·20	49·40	1·200	2·000	1	88·30	9·92	1·78	66·99	89·46	1	Es ist Wasser- und Sauerstoff im Verhältnis 1·2 : 5 ausgetreten

Wir sehen, daß sich die durch Einwirkung des Chromsäure-Schwefelsäure-Gemisches veränderte Steinkohle gegen Jodwasserstoffsäure auch hinsichtlich der Sauerstoffabspaltung und Wasserstoffaufnahme anders verhält als das Phytomelan. Ihr Molekül schließt offenbar sehr viele doppelte oder mehrfache Bindungen ein, deren Sprengung den Eintritt und die Anlagerung einer zwei- und einhalbmal so großen Zahl von Wasserstoffatomen für je ein Sauerstoffatom erlaubt als beim Phytomelan aus *Tagetes patulus* L. Ganz anders reagiert die Zellulose; die gefundenen Werte deuten auf eine geringe

[1] Einschließlich geringer Mengen Stickstoff.

[2] Der vorhandene Stickstoff als Sauerstoff in Rechnung gestellt.

Wasserabspaltung, verbunden mit glatter Eliminierung des Sauerstoffs ohne jede merkbare Wasserstoffaufnahme. Das Verhältnis zwischen dem abgespaltenen Wasser und dem abgespaltenen Sauerstoff ist hier etwa 1 : 4, und zwar erwies es sich in verschiedenen Stadien des Abbaus bisher als konstant, eine Tatsache, die verdient, weiter verfolgt zu werden.

3. Zusammenfassung.

Aus unseren Versuchen lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1. Die bei gewissen Kompositen auftretenden, überaus widerstandsfähigen, kohleähnlichen Massen, die wir mit dem Sammelnamen »Phytomelane« bezeichnen, sind komplizierte, stickstofffreie, organische Verbindungen; ihre Isolierung gelang anscheinend ohne wesentliche Veränderung der ursprünglichen Zusammensetzung. Das aus *Carthamus tinctorius* L. abgeschiedene Produkt ist am kohlenstoffärmsten und sauerstoffreichsten. Die Phytomelane aus *Coreopsis Drumondii* Torr. et Gray und *Dahlia variabilis* (W.) Desf. sind dagegen am kohlenstoffreichsten und sauerstoffärmsten; alle anderen analysierten Körper zeigten in ihrer Elementarzusammensetzung eine unleugbare Ähnlichkeit. Diese Ähnlichkeit ist mit Rücksicht auf die relativ große Zahl der Fälle bei völlig verschiedener Herkunft der Präparate sehr auffallend und spricht dafür, daß wir es in den Phytomelanen aus *Helianthus annuus* L., *Tagetes erectus* L., *Zinnia elegans* Jacq., *Guizotia abyssinica* (L.) Cass., *Ageratum mexicanum* Sims. und *Tagetes patulus* L. mit den typischen Vertretern der ganzen Körpergruppe, in den übrigen drei Fällen aber mit Körpern von etwas abweichendem Verhalten zu tun haben. Für das Präparat aus *Carthamus tinctorius* L. ist eine Ausnahmestellung schon genetisch anzunehmen.[1] Keinesfalls lassen sich die kohlenstoffreichen Phytomelane aus *Coreopsis Drumondii* Torr. et Gray und *Dahlia variabilis* (W.) Desf. als Endglieder einer Reihe auffassen, die, vom kohlenstoffärmsten Produkt ausgehend, ihr Entstehen ein und demselben chemischen Prozeß verdankt. Träfe dies zu, so könnte das H : O-Verhältnis nicht so schwanken, wie es tatsächlich der Fall ist.

2. Die typischen Phytomelane enthalten den Wasserstoff und Sauerstoff sehr annähernd in gleichem Atomverhältnis wie Kohlehydrate, sind aber viel kohlenstoffreicher als diese. Während sich z. B. in der Zellulose das Atomverhältnis C : H : O auf 1·2 : 2 : 1 beläuft, stellt es sich bei den typischen Phytomelanen auf 3·7 : 2·1 : 1. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß es sich um hochmolekulare und für alle üblichen Untersuchungsmethoden unzugängliche Körper handelt, bei denen weder von einer vollständigen Reinigung noch von der Aufstellung bestimmter chemischer Formeln die Rede sein kann. Immerhin gestattet ein Vergleich des Atomverhältnisses bei den Phytomelanen mit jenem ihrer vermutlichen Stammsubstanz,[2] der Zellulose, den Schluß, daß der Prozeß, dem sie ihr Entstehen verdanken dürften, allem Anschein nach jenem ähnelt, den Croß und Bevan[3] für die Entstehung des Lignins und Tollens[4] für die Bildung der Pentosane annehmen, einer regressiven Stoffmetamorphose durch Wasseraustritt nach dem Schema:

$$x(C_6H_{10}O_5)-yH_2O.$$

3. Bei den Phytomelanen besteht nach den von uns gemachten Beobachtungen ein deutlicher Zusammenhang zwischen Farbe, Kohlenstoffgehalt und Verhalten gegen Jodwasserstoffsäure. Die Farbe wird mit steigendem Kohlenstoffgehalt dunkler. Jodwasserstoffsäure bewirkt in kohlenstoffarmen Phytomelanen rascher Aufhellung als in kohlenstoffreichen. Ein Vergleich mit Steinkohle macht es sehr wahrscheinlich, daß die mehr oder minder starke Anlagerung von Wasserstoff bei der Reduktion gleichfalls mit

---

[1] T. F. Hanausek, Untersuchungen über die kohleähnliche Masse etc. Diese Denkschriften, Bd. LXXXVII.

[2] T. F. Hanausek, Sitzungsberichte d. Akad. d. Wiss., Bd. 116, Abt. I, 1907, p. 24 ff.

[3] Croß und Bevan, Cellulose and outline of the chemistry etc. London 1895, p. 111.

[4] Tollens, Journ. f. Landw., 1896, p. 171.

der Farbe und dem Kohlenstoffgehalt in fester Beziehung steht. Daraus ergibt sich, daß wir die vorhandenen Träger untereinander doppelt oder mehrfach gebundener Kohlenstoffatome als die eigentlichen chromophoren Gruppen anzusehen haben.

4. Die mit Hilfe der Chromsäure-Schwefelsäure-Mischung hergestellten Phytomelane haben die Eigenschaft oder enthalten einen Körper, der die Eigenschaft hat, sich beim Erwärmen unter Entflammung zu zersetzen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß diese Tatsache und die bekannte Neigung der sogenannten Graphitsäure beim Erhitzen zu verpuffen, verwandte Erscheinungen sind.

5. Die untersuchte Steinkohle und übrigens auch andere organische Stoffe gingen unter der Einwirkung der Jodwasserstoffsäure im Einschlußrohr zum Teil in Kohlenwasserstoffe über, die den Charakter und die Eigenschaften des Petroleums zeigen. Diese Beobachtung lehrt, daß es in Gegenwart stark reduzierender Agenzien weder einer besonders hohen Temperatur noch eines starken Druckes bedarf, um aus pflanzlichen Stoffen Erdöl zu bilden.



DIE

STEREOPHOTOGRAMMETRISCHE AUFNAHME DES GOLDBERGGLETSCHERS IM AUGUST DES JAHRES 1909

(ALS GRUNDLAGE EINER ERFORSCHUNG DES EINFLUSSES DER KLIMATISCHEN VERHÄLTNISSE AUF DIE VERÄNDERUNGEN DES GOLDBERGGLETSCHERS)

VON

ARTUR FREIHERRN v. HÜBL

K. U. K. GENERALMAJOR

Mit 1 Karte und 1 Textfigur.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 15. DEZEMBER 1910.

Als im Jahre 1904 vom Sonnblickverein die Aufforderung an mich erging, die photogrammetrische Aufnahme des Goldberggletschers in ähnlicher Weise durchzuführen, wie die in den Jahren 1899 und 1900 unternommene Aufnahme des Karl-Eisfeldes im Dachsteingebiet, schlug ich vor, diese Aufnahme auf stereophotogrammetrischem Wege zu besorgen.

Ich war zwar damals bereits mit der Ausgestaltung dieser Methode für die Zwecke der Terrainaufnahme beschäftigt, doch verzögerten allerlei Umstände die Durchführung der Gletscheraufnahme, so insbesondere die zur Beseitigung verschiedener Fehlerquellen nötigen Untersuchungen. Allmählich gelang es aber das Verfahren derart zu vervollkommnen [1], daß es in den letzten Jahren mit bestem Erfolge bei der Mappierung des k. u. k. Militärgeographischen Institutes in der Fels- und Gletscherregion regelmäßig zur Verwendung kam und gestützt auf die hier gemachten Erfahrungen, konnte im August des Vorjahres auch die Aufnahme des Goldberggletschers erfolgen.

Die vorliegende Karte bildet das Resultat dieser Aufnahme. Sie sollte einerseits die Situation der meteorologischen Station zeigen und die Orientierung in ihrer Umgebung ermöglichen, andrerseits auch eine Grundlage für spätere Gletscherforschungen bilden, für welche sich dieses Eisfeld, da es unter steter Beobachtung steht, besonders eignet.

Erfahrungsgemäß genügt für diese Zwecke eine Darstellung im Maße 1 : 10.000, wobei man die vertikale Gliederung der Formen am besten durch ein System von Horizontalkurven darstellt.

---

[1] Hübl: »Die Stereophotogrammetrie«, Mitteilungen des k. u. k. Militärgeographischen Institutes 1903.
» »Die stereophotogrammetrische Terrainaufnahme«, Mitteilungen des k. u. k. Militärgeographischen Institutes 1904.
» »Beiträge zur Stereophotogrammetrie«, Mitteilungen des k. u. k. Militärgeographischen Institutes 1905.

Für die Wahl der photogrammetrischen Aufnahmsmethode war besonders die Erfahrung maßgebend, daß die Verhältnisse am Gletscher für eine direkte Vermessung mit Meßtisch und Tachymeter äußerst ungünstig sind, denn abgesehen von den meist schlechten Witterungsverhältnissen sind einzelne Teile des Eisfeldes nur schwierig oder auch gar nicht zu begehen und auf der einförmigen Fläche fehlen Objekte, die als natürliche Marken zur Punktbestimmung mit dem Meßtisch dienen könnten.

Man benützt daher schon seit Jahren für solche Aufnahmen fast ausschließlich das photogrammetrische Verfahren, das hier mit allen seinen Vorzügen zur Geltung kommt.

Auf der Felsumrahmung der Gletscher finden sich stets die notwendigen genügend hoch liegenden Standpunkte, welche eine freie Sicht über das ganze Aufnahmsgebiet gewähren, keinerlei Terrainbedeckung steht hindernd im Wege und die Eisformen sind meist so flach, daß sie sich gegenseitig kaum verdecken. Die von solchen Punkten aufgenommenen photographischen Bilder sind daher lückenlos und bilden ein für Meßzwecke völlig ausreichendes Surrogat der Natur.

Die Photogrammetrie in ihrer ersten Ausgestaltung vermochte aber den gehegten Erwartungen nicht immer zu entsprechen und erst durch Zuhilfenahme der von Dr. Pulfrich ausgebildeten stereoskopischen Meßmethode gelang es ein Verfahren zu schaffen, das eine überraschend leichte und sichere Auswertung der photographischen Bilder für die Konstruktion des Planes ermöglicht.

Bei der anfänglich ausgeübten Photogrammetrie wurden die für die Konstruktion des Lageplanes notwendigen Punkte aus zwei von den Endpunkten einer gemessenen Basis aufgenommenen Bildern durch Rayonieren und Schneiden — ähnlich wie bei einer Meßtischaufnahme — ermittelt, wobei diese Punkte irgendwie markiert sein mußten, und zwar so deutlich, daß sie in beiden Bildern als »ident« erkannt wurden. Wenn auch im allgemeinen als Punktmarkierung ganz unscheinbare Objekte, wie kleine Risse, Sprünge, einzelne Steine etc. genügen, so ist die Ermittlung solcher Objekte zuweilen doch recht unsicher und auf detaillosen Flächen, wie sie zum Beispiel der mit Neuschnee bedeckte Gletscher zeigt, versagt dieses Verfahren vollständig.

Benützt man dagegen für die Auswertung der photographischen Bilder das Stereoskop, so entfällt die Notwendigkeit der Punktidentifizierung vollständig, denn die Messungen werden nicht auf zwei getrennten Bildern, sondern in einem stereoskopischen Raumbild mit Hilfe einer gleichfalls stereoskopisch erscheinenden Meßmarke ausgeführt. Dabei sieht man das auszumessende Gelände ähnlich einem plastischen Modell vor sich und gewinnt einen Einblick in die Gliederungen der Formen, den das flache perspektivische Bild der Meßtischphotogrammetrie auch nicht annähernd zu bieten vermag.

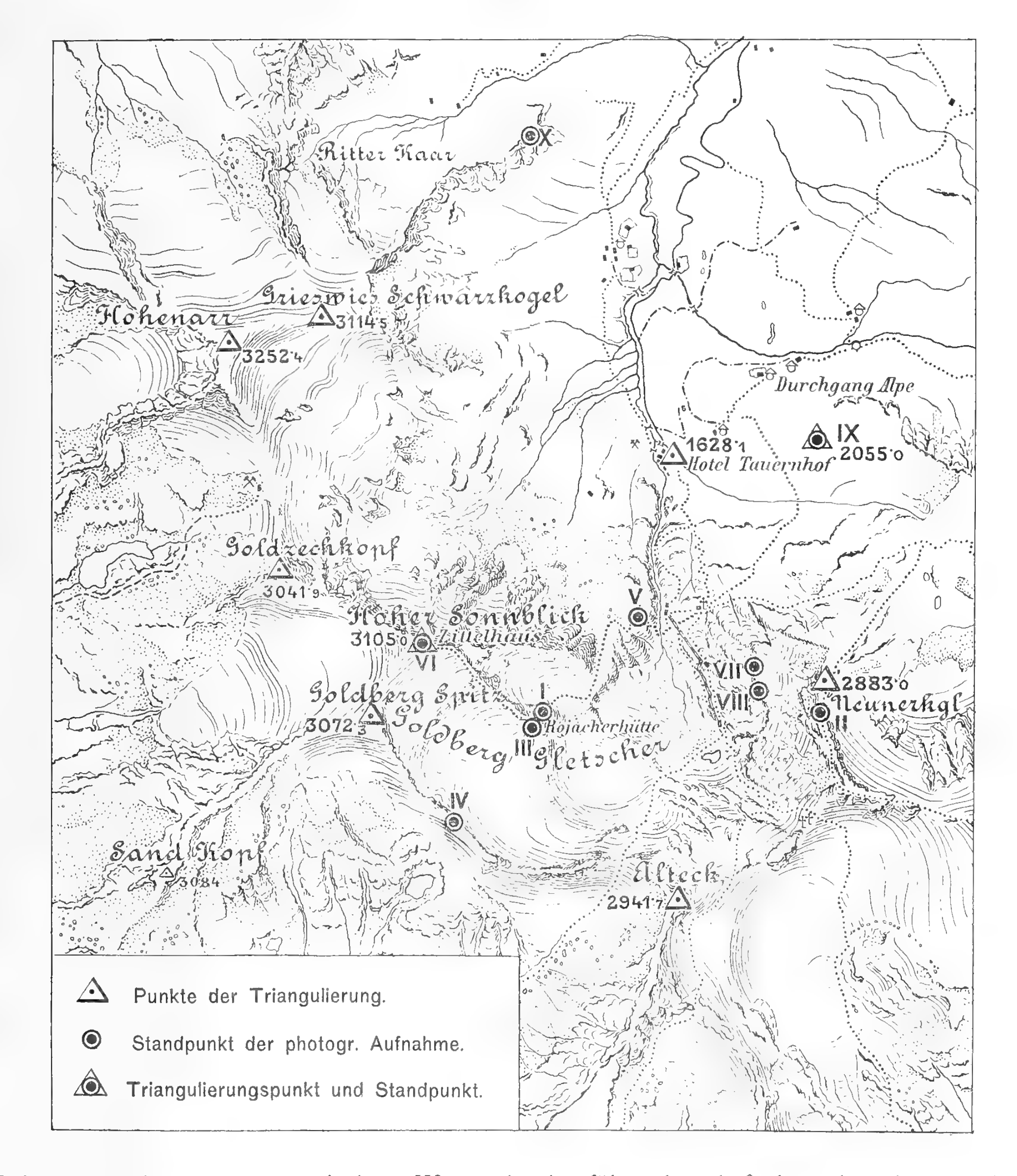
Ein weiterer Vorteil der Stereophotogrammetrie liegt auch darin, daß man mit einer relativ sehr kurzen Standlinie das Auslangen findet, weil die stereoskopische Messung eine sehr genaue Ermittlung der punktbestimmenden Elemente ermöglicht. Während man bei der Meßtischphotogrammetrie die Standlinie so lang wählen muß, daß Schnitte von etwa 30° resultieren, reicht bei der Stereophotogrammetrie eine Basis aus, deren Länge $^1/_{20}$ bis $^1/_{30}$ der Entfernung zum aufzunehmenden Objekt entspricht. Dadurch werden sehr ähnliche Bilder mit gleichem Inhalt erhalten und der bei der Meßtischphotogrammetrie oft auftretende Übelstand, daß in einem Bild ein Teil des Geländes durch einen näher liegenden, vorspringenden Terrainteil verdeckt wird, ist hier ausgeschlossen.

Ein nicht zu unterschätzender Vorteil der photogrammetrischen Aufnahme besteht darin, daß die bei diesem Verfahren hergestellten Bilder, besonders wenn sie für die Betrachtung im Stereoskop geeignet sind, ein überaus wertvolles Materiale für die Gletscherforschung bilden. Ein Vergleich der zu verschiedenen Zeiten hergestellten Bilder läßt schon auf den ersten Blick alle wesentlichen Veränderungen in der Ausdehnung und Begrenzung des Gletschers erkennen, und mit Hilfe des Stereokomparators können selbst geringe Unterschiede in den Bildern konstatiert und zahlenmäßig festgestellt werden.

Die Feldarbeit.

Die geodätische Grundlage für die Aufnahme bildet die im Jahre 1906 vom k. u. k. Militärgeographischen Institut ausgeführte Triangulierung II. und III. Ordnung, deren Resultate im 16. Jahresbericht des Sonnblickvereines beschrieben sind.

Bei dieser Triangulierung wurde schon die später beabsichtigte Vermessung des Eisfeldes berücksichtigt und es wurde daher dessen Umgebung, wie aus der untenstehenden Skizze zu entnehmen ist, reichlicher als sonst mit sehr günstig gelegenen Fixpunkten dotiert.



Bei einer auf photogrammetrischem Wege durchzuführenden Aufnahme besteht die Feldarbeit lediglich in der Wahl von passend gelegenen Aufstellungspunkten für die Kamera, von welchen das vorliegende Gelände photographiert wird.

Wenn die Auswertung der Bilder durch stereoksopische Messungen erfolgen soll, so müssen je zwei Kamerastationen an den Endpunkten einer relativ kurzen, gemessenen Basis gewählt werden. Die linke

Kamerastation bildet den eigentlichen »Standpunkt«, sie wird durch Winkelmessungen von den trigonometrischen Fixpunkten festgelegt und liefert das Hauptbild für die Konstruktion, während auf der rechten Station, die durch tachymetrische Messungen an den Standpunkt angeschlossen wird, das stereoskopische Hilfsbild entsteht. Die beiden mit parallel gestellten Kamerachsen aufgenommenen Bilder werden dann im Stereoskop zu einem Raumbild vereint, an welchem die Messungen vorgenommen werden.

Die gegenseitige Entfernung der beiden Stationen, also die Länge der stereoskopischen Basis, wurde mit Rücksicht auf den Konstruktionsmaßstab und die Entfernung des zu photographierenden Terrainabschnittes mit 30 bis 150 *m* gewählt.

Für die photographische Aufnahme diente ein im k. u. k. Militärgeographischen Institut in Verwendung stehender Apparat [1] für Polygonaufnahmen mit einem Objektiv von 245 *mm* Brennweite und als Winkelmeßinstrument kam ein kleiner Theodolit mit Minutenablesung zur Verwendung, der sich auf das Kamerastativ aufsetzen läßt.

Das Gebiet des Goldberggletschers ist für eine stereophotogrammetrische Aufnahme sehr günstig gestaltet, da man von dem zwischen Neunerkogel und »Herzog Ernst« liegenden 2800 *m* hohen Rücken den Gletscher in seiner ganzen Ausdehnung übersieht. Auf diesem Rücken wurden daher — wie die vorstehende Skizze und die Karte zeigt — die beiden Kamerastationen des für die Konstruktion wichtigsten Standpunktes II gewählt.

Da aber diese Erhebungen sehr steil gegen Knappenstube und Bremshaus abfallen und die Höhenbestimmung von zu tief gelegenen Punkten wenig sicher ist, so war es geboten, die unter dem Neunerkogel gelegenen Terrainteile von den Standpunkten VII und VIII aufzunehmen, wobei ersterer in der Richtung gegen West, letzterer in der Richtung auf das »Untere gruppete Kees« benützt wurde.

Der westliche Teil des Goldberggletschers liegt vom Standpunkt II für eine Konstruktion im Maße 1 : 10000 etwas zu weit entfernt und daher wurden für die Aufnahme des westlichen Gletschergebietes die Standpunkte III und IV gewählt.

Für die steilen Hänge des Neunerkogel und »Herzog Ernst« diente der Standpunkt I; das Moränengebiet und alte Gletscherbett, dann der Hang vom Sonnblick gegen Tauernhof wurden vom Standpunkt V im Verein mit den ziemlich entfernt liegenden, aber eine ausgezeichnete Übersicht bietenden Standpunkten IX und X auf der Durchgangsalpe und am Grieswies aufgenommen.

Die photogrammetrische Station beim Zittelhaus (Standpunkt VI) wurde als kontrollierender Punkt für das ganze Aufnahmsgebiet benützt. Sie ist kein Stereostandpunkt, sondern nur eine einfache Station, von der drei unter 45° aneinanderschließende Bilder hergestellt wurden, welche nur die Möglichkeit bieten Strahlen nach allen in den Bildern sichtbaren Punkten zu ziehen und so ihre Lage zu überprüfen.

Nachstehendes Verzeichnis der Standpunkte

Standpunkt Nr.	Richtung des Normalbildes	Länge der Basis	Verschwenkte Anschlußbilder
I	Neunerkogel	113·4	35° rechts
II	Goldbergspitz	111·8	30° rechts und links
III	Tramerkopf	36·2	30° rechts
IV	Rojacherhütte	69·1	30° links
V	Alteck	30·7	»
VI	»	—	45° und 90° links
VII	Leitenfrost	70·5	30° links
VIII	Unteres gruppetes Kees	37·4	»
IX	Goldzechkopf	125·0	30° rechts
X	Radhaus	66·7	»

[1] Hübl: »Die photogrammetrische Terrainaufnahme«, Mitteilungen des k. u. k. Militärgeographischen Institutes 1899.

zeigt die Länge der gewählten Standlinie und die Orientierung der Bilder, gibt also die Richtung an, nach welcher die Kameraachse bei der photographischen Aufnahme gerichtet war.

Der Bildwinkel der Kamera beträgt etwa 50° und da derselbe oft den zu photographierenden Terrainabschnitt nicht völlig einschließt, so wurden fast immer nebst den normalen Bildern auch solche mit nach rechts oder links verschwenkten Kameraachsen hergestellt. Bei der Aufnahme der Normalbilder wird die Kameraachse senkrecht zur Basis gestellt und für die Anschlußbilder wird sie um einen bestimmten Winkel 30° bis 35° seitwärts verschwenkt, so daß die drei Bilder einen Winkelraum von etwa 100° beherrschen.

In dieser Weise ergeben sich auf jeder Station zwei oder drei Kamerastellungen mit parallelen Achsen und daher drei Bilderpaare, die unter Berücksichtigung der Verschwenkungswinkel im Stereokomparator ausgemessen werden können.

Die Markierung aller Standpunkte, also der linken Kamerastationen, erfolgte am Boden mit roter Ölfarbe und zum Schutze dieser Marke wurde dieselbe mit einem kegelförmigen Steinhaufen, einem sogenannten »Steinmandel«, überdeckt.

Die photographischen Manipulationen beschränkten sich lediglich auf das Exponieren der Platten, da erfahrungsgemäß die weitere Behandlung derselben, das Entwickeln, Fixieren etc. besser und sicherer erst nach der Heimkehr in einer gut eingerichteten Dunkelkammer erfolgt. Bei dem gegenwärtigen Stand der Photographie kann man — eine fachgemäße Behandlung der Platten vorausgesetzt — auch ohne jede Probeentwicklung fast mit Sicherheit auf vollkommen brauchbare Bilder rechnen.

Von größter Wichtigkeit ist es aber, daß nur bei sehr klarem Wetter photographiert wird und daß man auch die mit der Tageszeit wechselnde Beleuchtung des Geländes berücksichtigt. Dieser Umstand ist bei Gletscheraufnahmen von ganz besonderer Bedeutung, denn die Bilder sollen nicht nur tunlichst viel Detail zeigen, es muß auch die Gestalt der oft ganz detaillosen flachen Formen des Eisfeldes angedeutet sein, was nur bei einem ganz bestimmten Lichteinfall zu erzielen ist.

Aus solchen Bildern lassen sich mit Hilfe von stereoskopischen Messungen auch ganz gleichförmig mit Schnee bedeckte Flächen bearbeiten, denn eine auch nur leichte Abschattierung der Formen genügt schon zur Bildung eines räumlichen stereoskopischen Effektes.

Aus diesem Grunde wird die photogrammetrische Feldarbeit fast ausschließlich durch die Sorge um tadellose Bilder beherrscht, und es darf in dieser Beziehung keine günstige Stunde versäumt werden; für die geodätischen Arbeiten, die Winkelmessungen etc., genügt bald ein Wetter und sie lassen sich auch später jederzeit nachtragen.

Zur Durchführung der Feldarbeit waren acht Tage erforderlich, wobei als Unterkunftstation das bereits in Verfall stehende Knappenhaus benützt wurde.

Der Verlauf der Arbeit ist aus nachstehendem Tagebuch zu entnehmen:

11. August. Aufstieg von Kolm—Saigurn zum Knappenhaus. Dichter Nebel und zeitweilig Regen. Im Vorbeigehen wird die zerstörte Pyramide auf der Durchgangsalpe aufgestellt.

12. August. Trotz dichten Nebels wird um 6^h früh aufgebrochen, um wenn möglich das aufzunehmende Gebiet zu rekognoszieren, die für die photographische Aufnahme geeigneten Standpunkte auszuwählen und durch Signale zu bezeichnen. Für alle Fälle wurden aber auch die Instrumente mitgenommen, um bei Eintritt günstigen Wetters ein oder den andern Standpunkt photographisch zu erledigen. Tatsächlich heiterte es sich allmählich aus und nachdem fünf Signale aufgestellt waren konnte nachmittag vom Standpunkte I bei der Rojacherhütte gegen Neunerkogel und »Herzog Ernst« photographiert werden.

13. August. Aufbruch 4^h früh bei tadellos klarem Wetter. Die photographischen sowie geodätischen Arbeiten am Neunerkogel (Standpunkt II) werden durchgeführt.

14. August. Teilweise bewölktes Wetter. Es wird beabsichtigt, den Standpunkt IV am Hohen Sonnblick zu erledigen. Während des Aufstieges nimmt die Bewölkung aber zu und um den Tag nicht ganz zu verlieren, wird bei der Rojacherhütte Halt gemacht und vom Standpunkte III das Eisfeld gegen Tramerkopf und Goldbergspitze photographiert. Kaum war die Arbeit beendet, als dichter Nebel eintrat, dem bald ein Regen folgte. Während des Abstieges wurde der Standpunkt IV bei Tramerscharte durch ein Signal bezeichnet.

15. August. Ununterbrochen Regen. Erst gegen Abend läßt dieser nach und die Umgebung des Knappenhauses wird mit Hilfe eines kleinen Meßtisches unter Benützung des bei der Militärmappierung üblichen Vorganges aufgenommen. Es war das eine Vorsichtsmaßregel, da es nicht ganz sicher war, ob diese Terrainpartie von den photogrammetrischen Standpunkten genügend eingesehen wird. Die Konstruktion zeigte, daß diese Befürchtung nicht zutreffend war.

16. August. Aufbruch 3^h früh, um wenn möglich vormittags den Standpunkt IV und nachmittags den Hohen Sonnblick zu erledigen. Wegen dichten Nebels muß auf Standpunkt IV (Tramerscharte) bis 11^h gewartet werden. Dann tritt aber für einige Stunden völlige Ausheiterung ein und es gelingt, die beabsichtigten Arbeiten programmgemäß durchzuführen.

17. August. Stürmisches, jedoch ziemlich klares Wetter. Die Standpunkte VIII, VII und V werden bei Vormittagslicht erledigt. Nachmittags wird die Mappierung der Umgebung des Knappenhauses beendigt.

18. August. Die beiden Standpunkte IX auf der Durchgangsalpe und X am Grieswies werden bei gutem Wetter absolviert und da die Feldarbeit beendet ist, wird nachmittag der Abstieg nach Kolm—Saigurn angetreten.

Wie aus diesen Aufzeichnungen zu ersehen ist, waren die Witterungsverhältnisse keineswegs besonders günstig, aber durch Ausnützung aller sonnenklaren Stunden gelang es doch in acht Tagen ein völlig ausreichendes Material für die Konstruktion des etwa 8 km^2 umfassenden Gebietes zu erzielen.

Ein direktes Aufnahmsverfahren mit Meßtisch und Tachymeter wäre in dieser Zeit nicht über die ersten Anfänge gediehen.

Die Konstruktion der Karte auf Grund der photographischen Bilder.

Die Konstruktion der Karte wurde selbstverständlich mit dem Auftragen der von der Triangulierung gegebenen Fixpunkte, dann der durch Winkelmessungen bestimmten Standpunkte begonnen. Dazu wurde ein auf eine Glasplatte aufgespanntes Papier benützt, wodurch die tadellose Maßhaltigkeit der ganzen Konstruktion gesichert war. Dieses schüttere Punktnetz, welches das Gerippe für den gesamten Karteninhalt bildet, mußte zunächst weiter verdichtet werden.

Jedes von einem Standpunkt aufgenommene Bilderpaar umfaßt nämlich einen gewissen Terrainabschnitt, und um diese Kartenteile richtig aneinander zu schließen, dann aber auch als Kontrolle für die Richtigkeit der weiteren photogrammetrischen Punktbestimmung ist die Kenntnis der Lage und Höhe einer größeren Anzahl von in den Bildern sicher auffindbaren Punkten notwendig.

Man wählt zu diesem Zwecke passend gelegene, sehr deutlich markierte Punkte, die sich in den Bildern von wenigstens drei Standpunkten sicher auffinden lassen, und bestimmt ihre Situation wie beim photographischen Meßtischverfahren durch Rayonieren und Schneiden.

In dieser Weise wurden 50 durch doppelte Schnitte bestimmte, also sicher liegende und über das ganze Aufnahmsgebiet gleichmäßig verstreute Punkte erhalten, welche die Richtigkeit der weiteren Konstruktion sicherten.

Sodann konnte mit der Auswertung der Bilder begonnen werden, wobei nicht Kopien, sondern direkt die Negative zur Verwendung kamen.

Im Stereokomparator wurde für jeden zu bestimmenden Terrainpunkt die Abszisse und Ordinate im linken Bild sowie die Abszissendifferenz beider Bilder (die Parallaxe) ermittelt und aus diesen Daten durch Rechnung die Lage des Punktes und seine Höhe über dem Horizont der linken Kamerastation bestimmt,

Alle größeren Spalten und Wasserläufe auf dem Eisfeld, alle Gipfel, Grate, Rinnen und Verschneidungen in der Felsumrahmung, dann die Begrenzung des Eisfeldes wurden in dieser Weise festgelegt.

Auf der Gletscherzunge am »Unteren grupeten Kees« wurde ein engmaschiges Punktnetz angestrebt, um selbst kleine Veränderungen am Gletscherrande leicht und sicher konstatieren zu können.

Im ganzen wurden etwa 1200 solcher Detailpunkte bestimmt und aus den Differenzen, die sich bei der Lagebestimmung gleicher Terrainobjekte von verschiedenen Standpunkten ergeben, läßt sich schließen, daß der mittlere Situationsfehler etwa ± 3 *m* betragen dürfte.

Auch die Höhe zahlreicher Punkte wurde von verschiedenen Standpunkten kontrolliert, wobei Differenzen beobachtet wurden, die einem mittleren Höhenfehler von $\pm 0 \cdot 3$ *m* entsprechen.

So wurden zum Beispiel vom Standpunkt I und II die Wasserspiegelhöhe des beim Knappenhaus gelegenen Sees an je drei Uferpunkten gemessen, wobei sich folgende Zahlen ergaben:

Vom Standpunkt I: 2317·1
2316·5
2316·8
» » II: 2316·5
2316·7
2316·6

Auf Grund des so erhaltenen Detailpunktnetzes konnte dann die Karte gezeichnet werden, jedoch geschah das nicht auf dem Konstruktionsblatt, sondern auf einem zweiten Blatt, auf das sämtliche Punkte mit Hilfe von Pausleinwand übertragen wurden. Das Konstruktionsblatt wurde auf der Glasplatte belassen und für eventuell später noch wünschenswerte Ergänzungen oder Nachmessungen aufbewahrt.

An Hand der photographischen Bilder ergab sich durch Verbindung der zusammengehörigen Punkte die Situation aller wichtigen Gerippliniem, die dann den Rahmen für die Skizzierung der Formen bildeten.

Dabei leistet die stereoskopische Betrachtung der Bilder ausgezeichnete Dienste, denn sie ermöglicht leichter eine richtige und charakteristische Wiedergabe der Formen als es bei einer Aufnahme an Ort und Stelle möglich ist.

Bei einer solchen direkten Aufnahme sind wir, um zur Kenntnis der wahren Terrainformen zu gelangen, auf die Kombination jener flüchtigen Eindrücke angewiesen, die wir beim Begehen der Gegend gewinnen, denn wir vermögen die gewaltige, massige Natur nur zum kleinsten Teile zu überblicken.

Im Stereoskop sehen wir aber die Landschaft so, als ob unsere Augen im Abstande der beiden photographischen Standpunkte liegen würden, sie erscheint uns daher wie eine plastische Nachbildung im kleinen Maßstabe, wie ein Modell dessen Gliederung wir vollkommen überblicken und in welchem sich das nebensächliche Detail der großen Form völlig unterordnet.

Unter dem Eindrucke solcher plastischer Bilder wurde das Bodenrelief skizziert, wobei eine gewisse malerische Wirkung angestrebt wurde, die an den Anblick der natürlichen Felsenlandschaft erinnert.

Schließlich wurden die Niveaukurven auf Grund des Punktnetzes derart eingelegt, daß sie den Eis- und Felsformen strenge folgen, sich ihnen anschmiegen und sie sinngemäß ergänzen.

Im Felsgebiet wurden diese Schichtenlinien in Höhenabständen von 100 *m* angeordnet, am Gletscher beträgt ihr Abstand 20 *m* und in sanft geböschten Teilen wurden 10 *m*-Zwischenlinien eingelegt.

Die Benützung des gewonnenen Aufnahmematerials.

Die vorliegende Karte im Vereine mit den photographischen Bildern definieren den Stand des Gletschers im August 1909 und ermöglichen es, jede im Laufe der Zeit eingetretene Veränderung zu konstatieren.

Die Karte gewährt eine allgemeine Übersicht über die Form und Ausdehnung der Eisfelder und über die Gestalt und Beschaffenheit ihrer nächsten Umgebung; sie gestattet die Ermittlung von Entfernungen, von Höhendifferenzen, das Ausmessen von Flächen etc., und sie ermöglicht auch die Orientierung an Ort und Stelle. Die Veränderungen der Grenzen des Gletschers und seines Reliefs, die Bewegungsverhältnisse der Eismassen und andere für die Gletscherforschung wichtige Daten lassen sich aber mit Hilfe der Karte nur unsicher konstatieren.

Es ist ja selbstverständlich, daß in einer Karte 1 : 10.000 Situationsveränderungen von etwa 10 *m* kaum nachweisbar sind und das gleiche gilt für Veränderungen des Reliefs, die — wenn sie nicht kotierte Punkte betreffen — viele Meter betragen können, ohne daß es möglich ist, sie auf dem Wege von Nachmessungen zu erkennen.

Ungleich einfacher und sicherer lassen sich solche Fragen, wie schon oben angedeutet wurde, mit Hilfe der photographischen Bilder lösen. Photographiert man das Eisfeld nach einer gewissen Zeit von den gleichen Standpunkten mit der gleichen Orientierung und mit der gleichen Kamera und vergleicht man dann diese Bilder mit den früher hergestellten, indem man sie gemeinsam im Stereoskop betrachtet so ist jede in der Zwischenzeit aufgetretene Veränderung augenblicklich erkennbar.

Wären nämlich die Bilder vollkommen ident, so würden sie bei stereoskopischer Betrachtung wie ein ebenes Bild erscheinen, fehlt aber in einem Bild irgend ein Detail, so wird das als Störung empfunden und liegt irgend ein Objekt in den Bildern verschieden, hat es also eine Verschiebung erlitten, so sehen wir es vor oder hinter der Bildebene.

So können alle selbst unbedeutenden Veränderungen in den Formen nicht nur erkannt, sondern mit Hilfe stereoskopischer Messungen auch zahlenmäßig ermittelt werden. Und das gilt von jedem noch so unbedeutenden Detail, denn jede Veränderung, die ein Riß oder Sprung, jede Verschiebung, die ein auf der Eisfläche liegender Stein im Laufe der Zeit erlitten hat, kann im Stereokomparator konstatiert und gemessen werden.

Haben sich einzelne Teile des Gletschers in der Form wesentlich geändert, so läßt sich die neue Situation mit Hilfe des letztaufgenommenen Bilderpaares leicht konstruieren und mit der früheren Situation in der Karte vergleichen. Dabei kann man aber auch mit dem alten Bilderpaar die frühere Situation erneuert überprüfen und sie durch Details ergänzen, die uns vielleicht jetzt erst aus irgend einem Grunde interessieren.

So haben die photographischen Bilder durch die stereoskopische Meßmethode eine früher ganz unbekannte Bedeutung gewonnen, denn sie machen es möglich, jede Veränderung des Eisfeldes mit größter Leichtigkeit zu konstatieren, ohne daß man dabei auf eine Karte von vielleicht zweifelhafter Richtigkeit und auf schwerfällige, zeitraubende Nachmessungen an Ort und Stelle angewiesen wäre.

Solche zu verschiedenen Zeiten aufgenommenen Stereoskopbilder sind den früheren »Meßbildern« weit überlegen, denn sie repräsentieren eigentlich plastische Gebilde, gleichsam Modelle des Eisfeldes, die immer wieder studiert, vermessen und gegenseitig verglichen werden können.

Die für solche Zwecke notwendigen photographischen Bilder lassen sich jederzeit leicht herstellen wenn die Standpunkte — hauptsächlich die linken Kamerastationen — sicher markiert sind, was auch, wie schon oben erwähnt, bei der in Rede stehenden Gletscheraufnahme geschah.

Hier sind die Verhältnisse auch insoferne besonders günstig, weil das ganze Eisfeld von den drei Standpunkten II, III, IV völlig eingesehen wird. Es wird daher in Zukunft auch genügen, nur von diesen drei Punkten zu photographieren, die, gutes Wetter vorausgesetzt, leicht in zwei Tagen absolviert werden können.

Um die photographischen Bilder, respektive die bei stereoskopischen Messungen stets benützten Negative für einen späteren Gebrauch sicherzustellen, wurden sie, ebenso wie das erwähnte Konstruktionsblatt, im Militärgeographischen Institute (Technische Gruppe) deponiert.



Das Gebiet

Ungle
Hilfe der ph
den gleicher
man dann d
so ist jede ir

Wären
ein ebenes I
und liegt irg
wir es vor o

So kör
Hilfe stereo
unbedeutenc
der Eisfläch
gemessen w

Haben
Situation m
Situation in
Situation err
einem Grund

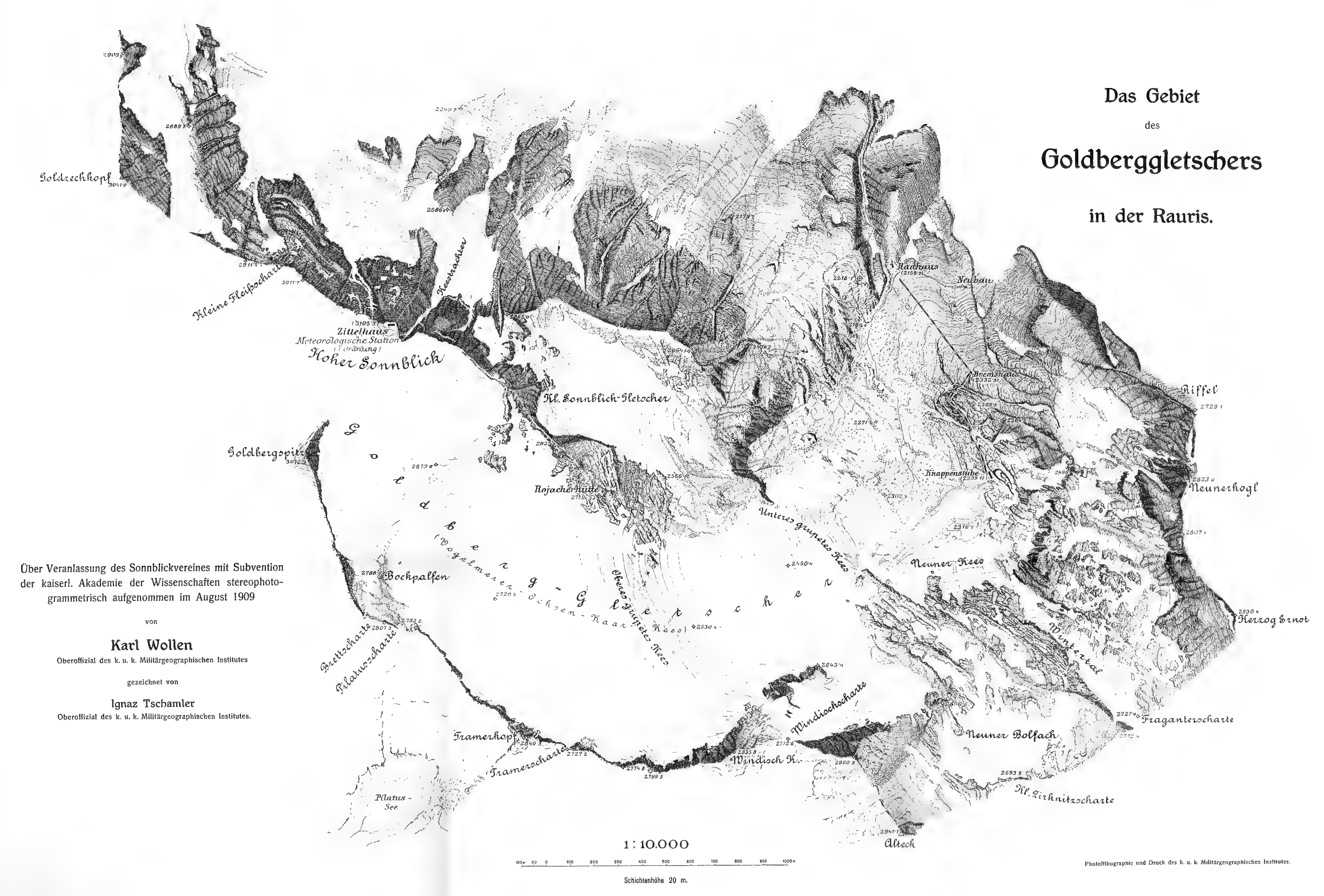
So ha
unbekannte
größter Leic
keit und au

Solche
weit überleg
immer wied

Die fü
wenn die St
wie schon o

Hier s
Standpunkte
drei Punkter
können.

Um di
Negative für
blatt, im Mil



Das Gebiet des Goldberggletschers in der Rauris.

Über Veranlassung des Sonnblickvereines mit Subvention der kaiserl. Akademie der Wissenschaften stereophotogrammetrisch aufgenommen im August 1909

von

Karl Wollen
Oberoffizial des k. u. k. Militärgeographischen Institutes

gezeichnet von

Ignaz Tschamler
Oberoffizial des k. u. k. Militärgeographischen Institutes.

1 : 10.000

Schichtenhöhe 20 m.

Photolithographie und Druck des k. u. k. Militärgeographischen Institutes.

HYDROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN IM GOLFE VON TRIEST

VON

DR. ALFRED MERZ.

Mit 11 Tafeln und 1 Karte.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 13. OKTOBER 1910.

Inhaltsverzeichnis.

Vorwort.

Als der im Jahre 1903 in Wien gegründete Verein zur Förderung der naturwissenschaftlichen Erforschung der Adria seine Arbeiten im Juli 1904 im Golfe von Triest begann, wurden die hydrographischen und meteorologischen Beobachtungen dem Verfasser übertragen, der dieselben bis zum Frühjahre 1906 durchführte, in welcher Zeit die Untersuchungen im Golfe abgeschlossen und die weiteren Arbeiten in den Meeresteil westlich von Istrien verlegt wurden. Der Versuch, die ozeanographischen Verhältnisse des Golfes auf Grund des in den beiden Jahren gesammelten Materials darzustellen, geriet aber bald ins Stocken, da besonders in einer Richtung das Material allzu lückenhaft war. Es fehlte nämlich an der genügenden Anzahl vielstündiger Beobachtungsserien, die in unserem Gebiete als Hilfsmittel für die Bewertung der fliegenden Beobachtungen unerläßlich erscheinen.

Ein Vergleich der letzteren zeigt nämlich, daß an derselben Lokalität innerhalb eines Tages Salzgehalt und Temperatur oft größere Differenzen aufweisen als Werte von den entgegengesetzten Enden des Golfes, obwohl dessen Verhältnisse ungemein mannigfaltig sind. Um den Ursachen dieser Erscheinungen, die ursprünglich vorzüglich im täglichen Temperaturgang und im Gezeitenphänomen gesucht wurden, systematisch nachzuforschen, wurden bereits im zweiten Arbeitsjahre an typischen Örtlichkeiten eine Reihe vielstündiger Beobachtungen ausgeführt. Aber sie deuteten eine solche Fülle neuer Probleme an, daß es höchst wünschenswert erschien, ihre Zahl noch zu vermehren, zumal sie auch keine sichere Basis für die Bearbeitung der fliegenden Beobachtungen bieten konnten, solange diese Probleme noch ganz ungeklärt waren.

Dieser Forderung konnte der Verfasser, als er nach längerem Aufenthalte in Leipzig wieder nach Wien zurückgekehrt war, dank der außerordentlichen Unterstützung durch den Adriaverein, der ihm Schiff und Instrumente in der entgegenkommendsten Weise zur Verfügung stellte, im Laufe des Jahres 1908 Rechnung tragen und nun endlich an die endgiltige Verarbeitung des gesamten Materials gehen Er glaubt aussprechen zu dürfen, daß seine Hoffnung über die Ergebnisse der vielstündigen Beobachtungen nicht getäuscht wurde. Sie bilden die Grundlage der ganzen Bearbeitung und den Inhalt des ersten allgemeinen Teiles, während der zweite Teil der meereskundlichen Beschreibung des Golfes von Triest gewidmet ist.

Ehe ich aber zum Thema selbst übergehe, möchte ich meinen wärmsten Dank dem Adriavereine abstatten, der meine Arbeiten auch dann auf das kräftigste unterstützte, wenn sie weit über den Rahmen seines Programmes hinausgingen. Ferner möchte ich dem Leiter der Vereinsfahrten, Herrn Professor Dr. K. Cori, herzlich danken, der die größten Opfer an Zeit und Mühe brachte, um selbst meine weitgehendsten Wünsche zu erfüllen, und alle organisatorischen Arbeiten allein auf sich nahm, so daß ich ohne jede andere Sorge bloß meinen Untersuchungen leben konnte, die er selbst durch Rat und Tat förderte. Ihm verdanke ich das Zustandekommen dieser Arbeit zu einem wesentlichen Teile. Aber auch Herrn Geheimrat A. Penck in Berlin bin ich für viele Ratschläge besonders zu Beginn meiner Untersuchungen, Herrn Professor E. Brückner in Wien für gar manche Unterstützung bei der Ausarbeitung zu größtem Danke verpflichtet. Auf eine Reihe interessanter Fragen hat Professor Dr. N. Krebs in Wien meine Aufmerksamkeit gelenkt. Außerordentlich verpflichtet bin ich ferner Herrn E. Mazelle, Direktor des k. k. Maritimen Observatoriums in Triest, der mir die zur Verarbeitung meiner Beobachtungen höchst

wichtigen, umfangreichen korrespondierenden Aufzeichnungen des Observatoriums stets in liebenswürdigster und raschester Weise zur Verfügung stellte. Auch dem Hydrographischen Amte der k. u. k. Kriegsmarine in Pola verdanke ich die Übersendung einer Reihe von Mareographenaufzeichnungen und Herrn Dr. G. Götzinger die freundliche Überlassung einer großen Zahl hydrographischer Beobachtungen aus dem Golfe. Endlich muß ich Herrn Geheimrat J. Partsch in Leipzig und meinem früheren Chef, Herrn Dr. F. Schnürer, Vorstand der k. u. k. Familien-Fideikomißbibliothek in Wien auf das herzlichste für die Liberalität danken, mit der sie meinen Urlaubsgesuchen für diese und andere wissenschaftliche Arbeiten entgegenkamen.

Einleitung.

1. Das Arbeitsgebiet.

Durch die weit nach Süden vorspringende Halbinsel Istrien wird die nördliche Adria in den tieferen und inselreichen Quarnero im Osten und den seichteren, aber größeren Golf von Venedig im Westen zerlegt. Letzterer dringt mit einem zirka 20 *km* breiten Ausläufer noch 30 *km* tief zwischen das Schwemmland von Friaul und das Nordwestgestade der Istrischen Halbinsel ein; das ist der Golf von Triest, der mit seinen Lagunen das Hauptarbeitsgebiet bildete, wenngleich sich einzelne Untersuchungen bis zum Tagliamento im Westen und bis Rovigno im Süden erstreckten.

Langgezogene, von niedrigen Dünenwällen gekrönte, baumlose Inseln, zwischen denen nur einzelne Kanäle ausmünden, grenzen ihn im Norden von der Lagune von Grado ab. Diese dehnt sich 10 *km* lang zwischen dem nach Aquileja hinaufführenden Kanal Pietro d'Orio und der Mündung des Kanals Primero aus und reicht bis zur eigentlichen Festlandsküste von Friaul, die Dünenwälle (bei Panigai und Belvedere) und Auftreten von Schilf und Erlen bezeichnen. Hier wechseln mit Tamarix bewachsene, kleine, aus Schlamm und Sand aufgebaute Inseln mit großen, bei Ebbe trocken liegenden Teichflächen ab, zwischen denen ein Gewirre von schmalen, an manchen Stellen bis 12 *m* tiefen Kanälen hindurchführt, deren größte vermutlich einstige Mündungsarme des Isonzo darstellen und durch die kräftigen Gezeitenströmungen offen gehalten werden, die selbst wohl viele der kleineren Furchen, wie besonders die interessanten gewundenen Abzugsrinnen der Teichflächen, erzeugt haben. — In den Kanal Pietro d'Orio mündet die Natissa, ein kleiner Grundwasserfluß. Die überfluteten Flußbetten, die Bohrung und die archäologischen Funde von Grado deuten wie die Berichte über die einstige Größe dieses kleinen Fischer- und Badeortes, wo jetzt jeder Fußbreit Boden dem Meere durch Aufschüttung abgewonnen werden muß, auf eine jugendliche Transgression dieses Gebietes, die nach A. Grund[1] in der Gschnitz-Daun-Interstadialzeit durch eine Regression des Strandes unterbrochen war. Östlich der Lagunen schiebt der an der Mündung zirka 250 *m* breite, durch elne Barre gesperrte Isonzo seine Deltaspitze vor. Seine trüben, sinkstoffreichen Gewässer, die sich mit der Küstenströmung südwestwärts wenden, geben die Veranlassung zur Entstehung des Lagunengebietes.

Nun tritt die Küste bogenförmig 4·5 *km* nach Norden zurück und bildet so die runde Bai von Panzano (Golf von Monfalcone). Ihr Hintergrund ist flaches Schwemmland; aber dort, wo der kräftige Timavo, die Hauptentwässerungsader des Triestiner Karstwassergebietes, sein klares Wasser in die Bai schüttet, grenzt unvermittelt daran die geschlossene nach Südost ziehende Steilküste des Triester Karstes, die den ganzen Golf von Triest nach Osten abschließt und nur durch die kleine Bucht von Sistiana, eine

[1] Die Entstehung und Geschichte des Adriatischen Meeres. Geogr. Jahresb. aus Österreich, Bd. VI, Wien 1907.

vom Meere geöffnete Doline, und den Vorsprung von Miramare gegliedert ist. Schon vor Aurisina, wo unter dem Meeresspiegel kräftige Quellen entspringen, die jetzt für die Triester Wasserleitung gefaßt sind, legt sich ein schmaler Flyschstreifen an die Kalkbarriere, der sich im Süden zur stumpfen Halbinsel S. Andrea erweitert, die Raum für die Großstadt Triest bot. Nun folgt an der Südseite des Golfes die reich gegliederte istrische Querküste, die sowohl die Triester Flyschmulde als auch die zum Kap Salvore vorspringende Istrische Platte quer abschneidet. Drei an der Mündung weit geöffnete trichterförmige Buchten, die untergetauchten, unverhältnismäßig breiten Täler der unbedeutenden istrischen Flüßchen greifen 5 bis 7 *km* weit in das Land ein. Nächst Triest die Bucht von Muggia, gegen Südwest folgend die Bucht von Capodistria und schließlich, jenseits der schlanken Halbinsel von Pirano, an der Grenze des Flysch- und Kalkgebietes, die Bai von Pirano. Die Vorgebirge der aus Sandstein aufgebauten Halbinseln sind vom Meere untergraben und stürzen in Kliffen gegen das Meer ab, doch zeigt das Relief des Meeresbodens besonders vor Spitze S. Andrea und Sp. Ronco eine beträchtliche submarine Fortsetzung (zirka 4 *km*) an.

Die Tiefenverhältnisse des Golfes sind überhaupt sehr interessant. Ganz allmählich senkt sich der Boden von der durch Untiefen und Sandbänke gekennzeichneten Schwemmlandsküste gegen Südost. In 3 bis 6 *km* Entfernung von der Küste wird die 10 *m*-Isobathe, in 9 bis 11 *km*, ungefähr in der Mitte des Golfes, wird bei 23 *m* Tiefe der fast ebene zirka 130 km^2 umfassende Golfboden erreicht. Daß die 23 *m*-Isobathe die äußere Grenze der rezenten Ablagerungen des Isonzo bezeichnet, zeigt sich nicht nur in diesem Böschungsknicke, sondern auch in den damit verbundenen Wechsel in der Bodenbedeckung. Nordwestlich dieser Linie findet sich weißer Sand zwischen grauem Schlamm eingebettet, wobei der Sand um so mehr in den Vordergrund tritt, je mehr man sich der Küste, besonders der Isonzomündung, nähert; südöstlich dieser Linie tritt aber stets nur feiner, grauer Schlamm auf. In der Richtung gegen den Golf von Monfalcone reicht der Schlamm allerdings bis an die Küste, da für dieses Gebiet infolge der Strömungsverhältnisse nur der Absatz aus dem Meere selbst und aus dem Timavo in Betracht kommt. Rascher ist der Abfall an der Triester Karstküste, und zwar treten gegen Südost immer mehr Isobathen an das Ufer heran. Schon bei Sistiana liegt die 10 *m*-Isobathe hart an der Küste, bei Miramare folgt ihr die 15 *m*-Linie und im Hafen von Triest ist auch die 20 *m*-Isobathe nur mehr 500 *m* vom Ufer entfernt. Nirgends im ganzen Golfe vereinigen sich sonst die beiden für einen großen Hafen wichtigen Faktoren: große Tiefen bis unmittelbar unter der Küste und Platz für die Erbauung der Stadt, im gleichen Maße wie hier und sie gaben den Ausschlag trotz des Mangels an Schutz gegen Wellen und Wind. An der istrischen Küste schiebt sich die 20 *m*-Isobathe nur unbedeutend in die großen Buchten vor und tritt nur entlang der Kliffe nahe an die Küste heran. Vor dem Kliff der Halbinsel Pirano erreichen wir mit 37 *m*, vor Salvore mit 36 *m* die tiefsten Punkte des Golfes. Sie gehören wie die 40 *m* tiefe Stelle in der Sehne des Golfes, 3 *km* nordwestlich von Salvore, schmalen, zirka 15 *m* unter ihre Umgebung eingesenkten, meist senkrecht oder schräge zum Schichtstreichen verlaufenden Rinnen an, die eine nähere Untersuchung voraussichtlich als Karstformen erkennen wird. Darauf scheint auch die komplizierte Gestaltung des Bodenreliefs im Südwestteile des Golfes zu deuten. Hier möge nur noch die interessante Tatsache erwähnt werden, daß alle Buchten an ihrer Mündung nahezu ebene Bodenflächen aufweisen,[1] deren Breitseiten gegen das Meer gerichtet sind. Sie erinnern durch ihre Form und Ebenheit an die heutigen Salinenflächen im Hintergrunde der Bai von Capodistria und namentlich der Bai von Pirano, so daß vielleicht der Schluß gewagt werden darf, daß sie unter ähnlichen Umständen wie diese bei entsprechend höherer Lage des Landes entstanden sein mögen.

Die Größe des durch die Verbindungslinie des Leuchtturms von Salvore und der Leuchtboje an der Ausfahrt von Grado gegen die offene See abgegrenzten Golfes wurde von mir auf Grund der Spezialkarte,

---

[1] Golf von Monfalcone zwischen der 10- und 11 *m*-Isobathe; Bai von Muggia zwischen der 18- und 19 *m*-Isobathe; Bai von Capodistria zwischen der 19- und 20 *m*-Isobathe; Bai von Pirano zwischen der 15- und 16 *m*-Isobathe mehr im Innern und zwischen der 20- und 21 *m*-Isobathe vor der Mündung.

Blatt I, der k. u. k. Kriegsmarine (Ausgabe 1903) und mit Hilfe der Feldermethode zu 582 *km*² bestimmt. In dieser Zahl ist aber die Lagune von Grado, die nach der österreichischen Spezialkarte, Z. 23, Kol. IX (Ausgabe 1901) und den bei den Fahrten gewonnenen Erfahrungen abgegrenzt wurde, nicht eingeschlossen.[1] Ihre Fläche kann innerhalb der oben genannten Linien auf 47 *km*² angegeben werden. Die Fläche des Golfes von Monfalcone innerhalb der Linie: Spitze des Isonzodeltas (Punta Sdobba) — Schloß Duino beträgt 27 *km*², die Bai von Muggia umfaßt innerhalb Punta Sottile und Pta S. Andrea 15·5 *km*², die Bai von Capodistria (Pta. Grossa—Pta. Ronco) 36 *km*², die Bai von Pirano (Pta. Madonna-Pta. Ronco) 19·5 *km*², so daß also auf diese vier großen Buchten 16·8% der Wasserfläche entfallen und der 23 *m* tiefe, ebene Golfboden mit 130 *km*² zirka 26·9% des Rumpfes ohne Glieder ausmacht.

2. Arbeitstermine und Beobachtungsstationen.

Über den Verlauf der Untersuchungsfahrten berichtet Professor K. Cori fortlaufend in den Jahresberichten des Adriavereines, so daß ich mich hier auf das zum Verständnis des Folgenden Nötige beschränken kann. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über sämtliche mir zur Verfügung stehende Stationen.

Tabelle 1. **Übersicht der Arbeitstermine und Beobachtungsstationen.**

Art der Station	Jahr 1904			Jahr 1905					Jahr 1906			Jahr 1908	
	5. bis 30./VII.	5. bis 10./XI.	[1] 19. u. 30./XII.	13. bis 20./II.	1. bis 6./V.	[2] 25./VI.	4./VII. bis 4./VIII.	2. bis 8./X.	2. bis 6./I.	12. bis 20./III.	[3] 1. bis 4./VII.	5. bis 9./II.	14. bis 19./III.
Zahl der Hydrographisch-biologischen Stationen	53	24	8	28	25	—	52	21	22	23	10	3	3
Davon vielstündige Stationen	—	—	—	—	—	—	6	1	1	2	—	2	3
Zahl der hydrographischen Stationen	84	9	—	4	32	8	36	15	14	18	40	2	—

[1] Die hydrographischen Beobachtungen dieser Tage verdanke ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. K. Cori.
[2] Diese Beobachtungen wurden mir von Prof. A. Penck überlassen.
[3] Die zahlreichen Werte dieser Stationen wurden mir in entgegenkommender Weise vom Herrn Dr. Götzinger übermittelt, dem ich dafür meinen verbindlichsten Dank sage.

An den in der ersten Horizontalreihe angeführten hydrographisch-biologischen Stationen wurde in der Regel in größerem Umfange gearbeitet. Sie werden weiterhin mit den Buchstaben »St.« und der fortlaufenden Nummer bezeichnet. Die hydrographischen Stationen bestanden sehr häufig nur in Oberflächenbeobachtungen während der Fahrt und tragen neben fortlaufenden Nummern die Bezeichnung »H.«. Von ihnen soll nur eine Auswahl publiziert werden. Die Numerierung läuft nicht durch die ganze Untersuchungsperiode fort, sondern bei jeder Terminfahrt wurde wieder mit Eins begonnen, doch decken sich leider die gleichen Nummern nicht. Um daher das Aufsuchen auf der Karte zu erleichtern, wird in der Publikation des Beobachtungsmaterials bei jeder Station die geographische Länge und Breite und durch ein Schlagwort auch ihre ungefähre Position angegeben. Die Lagunenstationen tragen außerdem den Index »l«, die vielstündigen Beobachtungen die römischen Nummern I bis XV, unter welcher Bezeichnung sie stets zitiert sind.

Ein Blick auf die Tabelle zeigt, daß die Terminfahrten sich nicht gleichmäßig über die Untersuchungsperiode verteilen, wodurch die Bearbeitung sehr erschwert wurde. Es lag leider nicht im

[1] Ebensowenig die schlauchartige Lagunenfläche zwischen Kanal Primero und Kanal Averto und die Salzgärten von Capodistria und Pirano.

Wirkungskreise des Verfassers, einen günstigeren Modus zu erzielen. Betrachtet man anderseits auf der beigegebenen Karte die Verteilung der Stationen, so fällt ein zweiter Mißstand auf: die ungleichförmige Verteilung im Untersuchungsgebiete. Enge sind sie vor allem in den Lagunen und im nördlichen Küstengebiete und auch sonst an den Küsten geschart. Immer spärlicher werden sie, je mehr man sich von der Küste entfernt, und in der Mitte des Golfes, im Gebiete der 23 *m*-Isobathe, finden sich nur sehr wenige. Dieses unrichtige Verhältnis lag selbstverständlich nicht in den Intentionen des Expeditionsleiters, sondern ergab sich notwendig daraus, daß uns für fast alle Fahrten bloß ein ungedecktes, 9 *m* langes Boot zur Verfügung stand, das nur bei sehr günstigem Wetter ein Verlassen der Küstengebiete gestattete.

3. Instrumente und Untersuchungsmethoden.

Die Untersuchungen des Verfassers bezogen sich auf die meteorologischen Verhältnisse, Temperatur, Dichte (Salzgehalt), Farbe, Durchsichtigkeit und Strömungen des Wassers. Außerdem oblag ihm die Positionsermittlung. Zu letzterem Zwecke genügte, da wir fast nie außer Küstensicht gelangten, ein Pott'scher Spiegelgoniograph von Müller in Triest, der es ermöglichte, innerhalb weniger Minuten den Schiffsort auf der Karte mit vollkommen genügender Genauigkeit zu fixieren. Nur zu Beginn der Arbeiten kamen gelegentlich Schmalkalderbussolen zur Verwendung. — Die Lufttemperatur wurde während der ersten Kampagne mittels eines gewöhnlichen, in Fünftelgrade geteilten Luftthermometers von Kapeller in Wien unmittelbar oberhalb der Wasseroberfläche im Schatten gemessen. Bei der zweiten Terminfahrt trat ein in halbe Grade geteiltes Schleuderthermometer von derselben Firma an seine Stelle, das endlich im Sommer 1905 durch ein Assmann'sches Aspirationsthermometer ersetzt werden konnte. Ich möchte gleich hier anfügen, daß sich bei Benützung dieses Instrumentes etwas andere Beziehungen zwischen Luft- und Wassertemperatur ergeben als mit Hilfe der beiden anderen, auf deren Angaben unsere bisherigen Ansichten ja fast durchaus basieren. Will man Beziehungen zwischen Luft- und Wassertemperatur aufstellen, dann müssen beide möglichst nahe und stets im gleichen Abstande von der Grenzfläche gemessen werden, da die vertikale Änderung in beiden Medien, besonders an heiteren, windstillen Tagen, schon bei geringem Abstande von der Grenzfläche bedeutend und in jedem von ihnen sehr verschieden sein kann. Bei der Benützung eines Assmann'schen Instrumentes kommt es dann gelegentlich vor, daß durch den in das Instrument aufgesaugten Luftstrom feine Wassertröpfchen mitgerissen werden, was aber leicht an dem raschen Sinken des Quecksilberfadens zu erkennen ist. — Die Bewölkung wurde in Zehntelteilen des Himmels geschätzt. — Die Windrichtung wurde nach dem Kompaß bestimmt, die Windstärke nach der Beaufortskala geschätzt. Bei der Umwandlung in Meter pro Sekunde nach Knippings Tabelle[1] ergab sich eine gute Übereinstimmung mit den Anemometeraufzeichnungen des Triester Observatoriums.

Zur Bestimmung der Meerestemperatur standen bei Beginn der Arbeiten nur die trägen Hartgummithermometer des Adriavereines zur Verfügung, von deren Benutzung aber sehr bald Abstand genommen werden mußte, da infolge ihrer langsamen Akkomodation (1 Stunde) einerseits ein allzu langer Aufenthalt an den Stationen benötigt wurde, anderseits es nicht möglich war, Temperaturwerte, die bestimmten Zeitmomenten genau entsprochen hätten, zu erhalten. Und das war in vielen Fällen sehr erwünscht, für die vielstündigen Beobachtungen aber unbedingt erforderlich. So wurden starke Champagnerflaschen in ähnlicher Art wie die Maier'schen Schöpfflaschen adaptiert, unterhalb der Bodenfläche mit einer durch Kork isolierten Bleiplatte als Beschwerung versehen und auf die tadellose Qualität des Pfropfes, der häufig ausgewechselt wurde, besondere Sorgfalt verwendet. Das mit ihnen aus der Tiefe beförderte Wasser diente zur Temperaturbestimmung und zur Aräometrierung. Ich höre bereits den Einwurf, daß diese einfache Methode nicht den modernen Anforderungen entspreche und sehr verläßliche Werte nicht liefern könne, glaube aber behaupten zu dürfen, daß die Verhältnisse in meinem Unter-

---

[1] Perthes, Seeatlas, 7. Aufl., Gotha 1906, p. 32.

suchungsgebiete so günstig liegen, daß bei umsichtiger Handhabung auch mit diesem einfachen Apparate sehr gute Resultate erzielt werden können. Denn erstens erreichen die größten Tiefen noch nicht 40 *m*, so daß die Flasche in höchstens 30 Sekunden an Bord gekurbelt war, in welcher Zeit eine merkliche Änderung in der Temperatur des geschöpften Wassers nicht eintreten konnte. Zweitens betrug die Differenz zwischen Oberflächen- und Grundtemperatur selbst im ungünstigsten Falle noch nicht 7°, in der Regel aber viel weniger, so daß der Wärmeaustausch mit der Umgebung sich nur langsam vollziehen konnte. An Bord wurde aber die Flasche sofort mit einem trockenen Tuch umwickelt und die Temperatur augenblicklich mit einem sehr empfindlichen, schon vor der Messung möglichst nahe an die zu erwartende Temperatur gebrachten Thermometer in der Flasche gemessen. Auch wurden die Flaschen stets mindestens 5 Minuten, bevor sie geöffnet werden sollten, in die gewünschte Tiefe gebracht, um sich der Temperatur des umgebenden Wassers anzupassen. — Die verwendeten Thermometer waren in Fünftelgrade geteilt und mit dem Gasthermometer verglichen; die Korrektionen sind an den publizierten Zahlen angebracht, die Ablesungen geschahen in Hundertstelgraden, doch wird in der Publikation in der Regel auf Zehntelgrade abgekürzt und die Hundertstelgrade sind nur bei der Mehrzahl der vielstündigen Beobachtungen beibehalten. Ich möchte hier gleich anfügen, daß die Leinenverzerrung im Laufe jeder Terminfahrt wiederholt bestimmt und bei den Messungen berücksichtigt wurde.

Mehr zu bedauern als der Mangel an Umkehrthermometern, die von Richter in Berlin wiederholt urgiert worden waren, ist der Umstand, daß die Dichte- und Salzgehaltsbestimmung auf Aräometrierung basiert werden mußten. Die Aräometer (Stengelaräometer) wurden von Steger in Kiel bezogen. Die Ablesung wurde auf fünf Dezimalen vorgenommen, die Reduktionen geschahen auf Grund der hydrographischen Tabellen von M. Knudsen. Nach dem Vorgange der internationalen Meeresforschung werden nur die Werte der Dichte bei der wirklichen Temperatur des Seewassers und die S.-Werte (Salzgehalt) publiziert, erstere (σ_τ-Werte) unter Weglassung der Einer in Einheiten der dritten Dezimale, letztere in Promille. An den σ_τ-Werten ist jedoch bereits die Korrektion wegen des Wasserdruckes nach der von Thoulet[1] gegebenen Formel: ${}_n\sigma_\tau = \sigma_\tau\,(1 + 0\cdot0000046614).n$, in der n die Tiefe in Metern bedeutet, angebracht. Sie liefert nach meiner Berechnung bei Salzgehalten von 25 bis 40‰ und Wassertiefen bis zirka 300 *m* in der fünften Dezimale noch richtige Werte. In Tabelle 2 sind diese Druckkorrektionen zusammengestellt. Diese Werte, die also die Dichte in situ darstellen, sind zum Unterschied von den σ_τ-Werten mit $\sigma_{\tau n}$ bezeichnet. Die letzte

Tabelle 2. **Druckkorrektionen in Einheiten der 5. Dezimale für Wassersäulen von 1 bis 50 *m* Höhe und 20 bis 40⁰/₀ Salzgehalt.**

Tiefe in *m*	Korrektion	Tiefe in *m*	Korrektion	Tiefe in *m*	Korrektion	Tiefe in *m*	Korrektion	Tiefe in *m*	Korrektion
1	0·46	11	5·1	21	9·7	31	14·3	41	18·9
2	1·0	12	5·5	22	10·1	32	14·7	42	19·3
3	1·4	13	6·0	23	10·6	33	15·2	43	19·8
4	1·8	14	6·4	24	11·0	34	15·6	44	20·2
5	2·3	15	6·9	25	11·5	35	16·1	45	20·7
6	2·8	16	7·4	26	12·0	36	16·6	46	21·2
7	3·2	17	7·8	27	12·4	37	17·0	47	21·6
8	3·7	18	8·3	28	12·9	38	17·5	48	22·1
9	4·1	19	8·7	29	13·3	39	17·9	49	22·5
10	4·6	20	9·2	30	13·8	40	18·4	50	23·0

Dezimale der Dichte und des Salzgehaltes wird nur bei den vielstündigen Beobachtungen publiziert und sonst zur Abrundung benutzt. Denn die Salzgehaltsverhältnisse variieren innerhalb des Untersuchungsgebietes nach Ort und Zeit so stark, daß eine Mitschleppung der ohnehin sehr problematischen zweiten

[1] Compt. rend. Ac. Sc., Tom. CX, p. 324 (1890).

Dezimale nur die Übersicht erschwert. Auch bei den vielstündigen Beobachtungen wurden, worauf ich besonderen Nachdruck legen möchte, nie Schlüsse auf Differenzen in der letzten Dezimale aufgebaut, diese vielmehr als Rechnungsgröße behandelt und Urteile nur auf Grund sehr bedeutender Salzgehaltsdifferenzen und besonders auf Grund von Mitteln aus zahlreichen Einzelwerten gefällt.

Die Farbe des Meerwassers war nur im ersten Arbeitsjahr Gegenstand der Untersuchung. Die Bestimmung erfolgte unter Abblendung der Lichtreflexe der Umgebung durch ein Sehrohr anfangs mit Hilfe der Forel-Ule'schen Farbenskala, später mittels eines Taschenspektroskops. Zur Bestimmung der Durchsichtigkeit diente eine Secchischeibe von 35 *cm* Durchmesser. Beobachtungen wurden nur bei hellem Tageslichte und nicht zu stark bewegter See angestellt. Leider verfügte ich über kein Instrument zur Bestimmung der Strömungen, vielmehr mußte ich mich auf die Beobachtung treibender Gegenstände und auf die Notierung der Richtungen beschränken, welche die aus den Schöpfflaschen aufsteigenden Luftblasen nahmen. Die Resultate sind daher nicht nur lückenhaft, sondern für die Oberfläche vielfach wegen des Seeganges, für die größeren Tiefen (etwa von 15 *m* abwärts) wegen der mangelhaften Sichtbarkeit der Blasen etwas unsicher und dürfen daher nur mit Vorsicht benutzt werden, obwohl alle zweifelhaften Werte von der Publikation ausgeschlossen oder wenigstens als solche gekennzeichnet wurden.

Es erübrigt nunmehr, den Vorgang bei der Durchführung der Beobachtungen zu schildern. Ich wähle als Beispiel eine 24stündige Beobachtung. Das Schiff ist — in der Regel $6^1/_2{}^h$ a. — am vorbestimmten Beobachtungsorte angelangt. Der Anker fällt, die Position wird bestimmt und sofort in die Karte eingetragen. Alle Instrumente stehen bereit. 7 bis 8 Minuten vor 7^h a. wird das Aßmann'sche Aspirationsthermometer an einem Auslieger derart angebracht, daß sich das Quecksilbergefäß 10 *cm* über der Wasseroberfläche befindet. Die Schöpfflaschen werden 5 Minuten vor der Stunde in die gewünschten Tiefen hinabgelassen. Knapp vor 7^h wird das Luftthermometer, dessen Änderungen ununterbrochen verfolgt wurden, abgelesen und nun in 2 *m* über der Wasseroberfläche angebracht. Es ist 7^h. Sämtliche Flaschen werden geöffnet und die Richtung der aufsteigenden Luftblasen nach dem Kompaß notiert. 5 Minuten nach 7^h wird wieder der Aßmann abgelesen und in die frühere Lage gebracht. Nun werden die Schöpfflaschen so rasch als möglich heraufgekurbelt und in der bereits beschriebenen Art die Temperaturen genommen. Scheint eine Probe zweifelhaft, so wird sie wiederholt. Nun noch einen Blick auf den Aßmann, dann muß Bewölkung, Windrichtung und Stärke geschätzt werden. Spätestens 10 Minuten nach 7^h ist dies alles vollendet. Jetzt beginnt unter Anwendung aller Vorsichtsmaßregeln das Aräometrieren, es dauert meistens bis $^3/_4 8^h$ und in wenigen Minuten beginnt die Arbeit von neuem.

I. Hauptteil.

Die vielstündigen Beobachtungen.

Vorbemerkungen.

Das Beobachtungsmaterial ist in den Tabellen I bis XV des Anhanges zusammengestellt. Zur Berechnung der Tagesmittel sei bemerkt, daß in allen Fällen, wo an 25 Stundenterminen beobachtet wurde, wo also auf die erste Beobachtungsstunde zwei um 24 Stunden auseinanderliegende Beobachtungsserien entfallen, diese Werte bei der Mittelbildung nur mit halbem Gewichte genommen wurden. Wurde dagegen eine Stunde früher abgebrochen, so wurden wohl die Werte der ersten Beobachtung mit halbem, diejenigen der letzten aber mit ganzem Gewichte in Rechnung gestellt, um eine möglichst große Annäherung an ein 25stündiges Mittel zu erreichen. Da die aus den Differenzen von Maximum und Minimum hergeleiteten Tagesamplituden der Temperatur- und Salzgehaltsreihen von zufälligen Fehlern dieser Werte stark beeinflußt sein könnten, wurden außerdem regelmäßig die Abweichungen der Einzelwerte vom Tagesmittel gebildet und deren Mittel als »Mittlere Schwankung« allen Vergleichen zugrunde gelegt. Die Änderung der Temperatur- und des Salzgehaltes mit der Tiefe wurden für alle Beobachtungsstunden hergeleitet und daraus in analoger Weise, wie soeben für die Temperatur- und Salzgehaltsreihen angegeben, Tagesmittel und Mittlere Schwankung berechnet. Letzterer Wert belehrt am besten darüber, auf welche Abweichung von einem wahren Tagesmittel man sich bei einer willkürlich herausgegriffenen Beobachtung gefaßt machen muß und ist daher besonders von methodischer Bedeutung. Außerdem lohnt es sich, seine Beziehung zur Größe der mittleren Änderung mit der Tiefe zu untersuchen. — Um endlich einen Überblick über den Temperatur- und Salzgehaltsgang der ganzen Wassersäule des Beobachtungsortes zu gewinnen, wurden die Stundenmittel der Temperatur und des Salzgehaltes, und zwar in der Weise gebildet, daß jedem Werte das Gewicht gegeben wurde, das ihm nach der Höhe der Wassersäule, die er repräsentiert, zukommt. Alle diese Berechnungsmethoden haben zugleich den Zweck, die Wirkung von einzelnen unrichtigen Werten auf die Schlußfolgerungen möglichst abzuschwächen. Allerdings kann selbst auf diese Art bei den Salzgehaltwerten nicht immer die gewünschte Sicherheit erreicht werden, erstens wegen der Ungenauigkeit der Methode selbst, zweitens weil den Mitteln in der Regel nur halb so viel Werte wie bei den Temperaturen zugrunde liegen, da das zeitraubende Aräometrieren meist nur jede zweite Stunde ausgeführt wurde. In solchen Fällen wurde daher mehr Gewicht auf die Temperatur- als auf die Salzgehaltswerte gelegt.

In dem folgenden I. Abschnitte werden die vielstündigen Beobachtungen in der Reihenfolge ihres inneren Zusammenhanges einzeln besprochen und in einem II. Abschnitte werden sie zusammenfassend behandelt.

I. Abschnitt.

Analyse der einzelnen Beobachtungsreihen.

1. Station I (Nr. 18 des Juli 1905).

(Vergl. Tabelle I und Tafel I.)

Position: 35° 38′ nördlicher Breite; 13° 22′ 20″ östlicher Länge von Gr. (5 *km* südlich von Grado) Wassertiefe 14 *m*.

Beobachtungszeit: 1905, 11. Juli 6^h p. m. bis 12. Juli 5^h p. m.

Witterungsverhältnisse:[1] Die Verteilung des Luftdruckes ist seit Anfang des Monates sehr gleichförmig; unter schwachen nördlichen Winden nimmt er allmählich gegen Südost ab. — Am Beobachtungstage herrscht bei meist geringer Bewölkung regelmäßiger Wechsel von Land- und Seewind.

Gezeiten:[2] (Triest) Hochwasser: 11./VII. 5^h p. m. (67 *cm*) Niedrigwasser: 11./VII. 12^h n. (144 *cm*).
12./VII. $7^1/_2{}^h$ a. m. (91 *cm*) 12./VII. 12^h p. m. (122 *cm*).
12./VII. 6^h p. m. (69 *cm*).
Zeitreduktion auf den Beobachtungsort: $+0 \cdot 4^h$.

Ein Blick auf die Tabelle 3 zeigt, daß eine scharfe Schichtung in der Wassermasse vorhanden ist. In 5 *m* Tiefe ist eine deutliche Sprungschichte sowohl der Temperatur als des Salzgehaltes entwickelt denn die Temperaturabnahme erreicht hier pro Meter 1·24°, die Salzgehaltszunahme 1·39‰. Unterhalb lagert das salzreichere adriatische Wasser (37·7 bis 38·0‰),[3] das mit dem östlichen Küstenstrom aus

Tabelle 3. **Temperatur- und Salzgehaltsänderung mit der Tiefe an Station I** (Nr. 18, Juli 1905).

Tiefenintervall	Temperaturabnahme					Salzgehaltszunahme in ‰				
	Mittlere Abnahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung	Mittlere Zunahme		Max	Min.	Mittlere Schwankung
	für die angeg. Tiefen-intervalle	pro *m*				für die angeg. Tiefen-intervalle	pro *m*			
0—1 *m*	0·29	0·29	1·6	—0·1	±0·28	0·19	0·19	0·33	—0·06	0·21
1—3 *m*	0·81	0·41	2·5	0·0	0·58	0·52	0·26	0·70	0·00	0·29
3—5 *m*	2·48	1·24	3·5	1·0	0·57	2·78	1·39	3·25	2·39	0·24
5—10 *m*	2·44	0·49	3·5	1·8	0·37	0·92	0·46	1·36	0·60	0·20
10—14 *m* Gr.	0·32	0·08	1·1	—0·2	0·20	0·20	0·10	0·65	0·00	0·14
0—3 *m*	1·10	0·37	2·7	0·0	0·74	0·71	0·24	1·71	—0·01	0·40
0—5 *m*	3·58	0·72	4·2	2·5	0·41	3·50	0·70	4·18	2·56	0·46
0—10 *m*	6·01	0·60	7·2	5·0	0·54	4·41	0·44	5·16	3·68	0·47

der südlichen Adria vordringt, oberhalb breitet sich das salzärmere Bankwasser (33 bis 34‰) aus, das aus der Mischung des ersteren mit dem Süßwasser der Flüsse und Karstquellen hervorgeht. Die Sprungschichte im Salzgehalte erklärt sich daraus, daß dem Beobachtungstage eine Periode windstiller Witterung vorausging. Infolgedessen wurde nicht nur die weitere Mischung der beiden Wassermassen verhindert, sondern es mußte bei fortdauernder Süßwasserabfuhr der Flüsse eine noch schärfere Schichtung entstehen. Die weitere Folge mußte die Ausbildung einer Sprungschichte in der Temperatur sein. Denn die Dichtezunahme ist nun so groß — sie beträgt zwischen 3 und 5 *m* 2·88 (Einheiten der 3. Dezimale) —, daß Konvektionsströmungen infolge gesteigerter Verdunstung oder Abkühlung sich auf die oberste Schichte beschränken müssen. Eine Betrachtung der Einzelwerte zeigt weiters, daß in unserem Falle nur in der Zeit zwischen 12^h n. und 6^h a., und zwar bis höchstens 3 *m* Tiefe Konvektionsströmungen angenommen werden können; denn nur während dieser Stunden sind infolge der nächtlichen Abkühlung durch

[1] Die Angaben über die Luftdruckverhältnisse sind auf Grund der von der k. k. Zentralanstalt f. Meteorologie und Geodynamik in Wien herausgegebenen Wetterkarten gemacht.

[2] Die Hoch- und Niedrigwasserangaben sind für 1905 dem Rapporto Annuale dello I. R. Osservatorio Marittimo die Trieste, vol. XXII, Triest 1909, für die folgende Zeit dem Jahrbuch des Hydrographischen Amtes der k. u. k. Kriegsmarine in Pola entnommen. Die Angaben beziehen sich auf Triest, resp. Pola und sind nicht ganz genau, da beide Publikationen nur die Stundenwerte, nicht aber die Ausmaße und Zeitmomente der höchsten und tiefsten Wasserstände angeben. Die Reduktion der Zeiten auf den Beobachtungsort ermöglicht die Arbeit von G. Grablovitz, »Le attuali conoscenze sul fenomeno della marea nel Mediterraneo«. Mem., Geogr. No. 9 (1909), Florenz, p. 224—227 u. Taf. II. Die in Klammern beigesetzten Zahlenwerte bezeichnen bei den Triester Werten die Depression des Meeresspiegels unter den Nullpunkt des Instrumentes, bei den Polenser Werten die Erhebung über den Nullpunkt in Zentimetern.

[3] Unter adriatischem Wasser verstehen wir Wasser von einem höheren Salzgehalt als 37‰.

Ausstrahlung und der durch das lebhaftere Einsetzen der trockeneren nördlichen Winde gesteigerten Verdunstung[1] die Dichtedifferenzen in der Oberschichte genügend klein. Damit stimmt auch die Tatsache überein, daß die nächtliche Abkühlung sich hier ziemlich gleichzeitig vollzieht (eben infolge der Konvektion), und die Temperaturdifferenz zwischen Oberfläche und 3 *m* stundenlang 0·2° nicht überschreitet, während bei der vormittägigen Erwärmung, bei der die Konvektion ausgeschaltet ist und die Einstrahlung die Hauptrolle spielt, ein deutliches Zurückbleiben in 1 und 3 *m* Tiefe hinter der Oberfläche bemerkbar ist[2] und die Temperaturdifferenz auf 2·7° steigt (4^h p.). Da nun die Einstrahlung, wie schon diese Angabe zeigt und bei Station XIV ausführlicher dargetan wird, nur in ganz geringe Tiefe reicht, die Konvektion wegen der großen Dichtedifferenzen selbst nachts auf die oberste Wasserschichte beschränkt ist, Wellenmischung in unserem Falle nicht in Betracht kommt, so muß die scharfe Sprungschichte entstehen.

Kommt für den täglichen Wärmegang fast nur die Strahlung in Betracht, so ist anderseits zu erwarten, daß die Amplitude, abgesehen von der Oberfläche, relativ klein ist und rasch mit der Tiefe abnimmt. Aber gerade das Gegenteil trifft zu. Sie beträgt an der Oberfläche 2·3°, in 10 *m* noch 1·4° und selbst in 14 *m* noch 0·8°. Ein ganz analoges Verhalten zeigen auch die mehr Sicherheit bietenden Werte der mittleren Schwankung. Damit fällt ein merkwürdiges Verhalten der Salzgehaltswerte zusammen. Nicht nur, daß auch bei ihnen eine beträchtliche Amplitude zu bemerken ist — man könnte sie auf Rechnung von Beobachtungsfehlern setzen — sondern es zeigt sich gleichzeitig eine sehr geringe Veränderlichkeit der Salzgehaltszunahme mit der Tiefe, wie es sich besonders in den Werten für die »Mittlere Schwankung« der Zunahme spiegelt (Tabelle 3, letzte Kolonne). Das bedeutet, daß sich die Salzgehaltsänderungen in allen Schichten gleichzeitig und in gleichem Ausmaße vollziehen. Es war demnach angängig, Mittelwerte für die ganze Wassersäule zu bilden und dadurch eine sichere Basis für weitere Schlußfolgerungen zu gewinnen. Diese Mittelwerte wurden auf Grund der Kombination $\left[\left(\frac{a+b}{2}+c\right):2+d+e+f\right]:3\cdot5$ berechnet, in der $a, b, c\ldots$ die Beobachtungswerte für die Oberfläche, 1 *m* 3 *m*.. repräsentieren, so daß alle Werte mit dem ihnen gebührenden Gewicht in Rechnung treten. Die in dieser Kombination zwecks Vereinfachung der Rechnung enthaltenen Abrundungen sind gering; den Oberflächenwerten wird dabei dasselbe Gewicht wie den ohnehin meist parallel laufenden 1 *m*-Werten gegeben, wodurch die Sicherheit des Resultates noch gewinnt. Bildet man nun aus den auf solche Art erhaltenen Stundenmitteln die Tagesmittel von Temperatur und Salzgehalt und trägt man dann die Abweichung der Stunden- vom Tagesmittel entlang einer gemeinsamen Mittellinie, die also das Tagesmittel der Temperatur und des Salzgehaltes repräsentiert, auf, so ergibt sich das in Tabelle 4 und Tafel I dargestellte interessante Bild. Der Salzgehalt ist hoch, wenn die Temperatur niedrig ist, und umgekehrt. Eine Ausmessung des Diagrammes ergibt, daß die Temperatur von $9^h\ 25^m$ p. m. bis $9^h\ 29^m$ a. m. unter dem Mittel und der Salzgehalt von $10^h\ 3^m$ p. bis $10^h\ 32^m$ a., also nahezu gleichzeitig ober dem Mittel weilt. Die Zahlenwerte der Tabelle 4 ergeben für die Temperatur eine Abweichung von — 0·32°, für die Salzgehalte eine solche von + 0·08‰ vom Mittel.

Dieser gegensätzliche Gang von Temperatur und Salzgehalt erklärt sich nun ebenso wie die oben erwähnten bis zum Grund bedeutenden Temperaturamplituden und die geringen Schwankungen der vertikalen Salzgehaltszunahme aus den Windverhältnissen des Beobachtungstages. Land- und Seewind wechselten in größter Regelmäßigkeit ab. Der Seewind drehte gegen 8^h p. auf Westnordwest und ging allmählich in den aus Nordwest bis Nordost wehenden Landwind über, der nun eine seewärts gerichtete Strömung und in weiterer Folge eine Vertikalzirkulation an der Küste verursachte, die kaltes, salzreiches Tiefenwasser zum Auftrieb brachte. Als nun gegen Morgen der Landwind abflaute und nach einigen Stunden fast völliger Windstille der Seewind einsetzte, da kam diese Zirkulation zum Stillstand und allmählich trat eine entgegengesetzt gerichtete an ihre Stelle. Denn der Seewind treibt das warme, salz-

[1] Der Salzgehalt ist in diesen Stunden an der Oberfläche und in 1 *m* Tiefe annähernd gleich hoch.

[2] Der starke Temperaturanstieg beginnt an der Oberfläche um 9^h a. in 1 *m* und in 3 *m* Tiefe um 11^h a.

Tabelle 4. **Abweichung der Stundenmittel der Temperatur und des Salzgehaltes vom Tagesmittel.**

Stat. I.

6^h p.	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h
Temperatur											
+0·08$_4$	+·11$_3$	−·02$_3$	+·13$_4$	−·18$_7$	−·26$_7$	−·43$_7$	−·50$_9$	−·34$_5$	−·28$_7$	−·38$_0$	−·49$_4$
Salzgehalt											
−0·20$_4$		−·26$_7$		−·06		+·15$_6$		+·08$_4$		+·06$_4$	

6^h a.	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h p.	2^h	3^h	4^h	5^h
Temperatur											
−·40$_1$	−·23$_7$	−·14$_1$	−·11$_6$	+·12$_7$	+·44$_9$	+·43$_4$	+·49$_9$	+4·70	+·54$_9$	+·43$_4$	+·54$_9$
Salzgehalt											
+·06$_6$		+·01$_0$		+·12$_0$		−·02$_6$		−·10$_9$		+·00$_6$	

ärmere Oberflächenwasser gegen die Küste und infolge dieses Windstaues wird hier Wasser in die Tiefe gepreßt. Diese Beobachtungsserie läßt also erkennen, daß Land- und Seewind im kleinen dieselbe Funktion haben wie Tage und Wochen hindurch wehende auf- und ablandige Winde im großen. Durch ihr Auftreten wird nicht nur eine tägliche Periode des Salzgehaltes erzeugt, sondern auch die (entgegengesetzt gerichtete) tägliche Periode der Temperatur in Küstennähe verstärkt, denn bei Nacht wird kaltes Wasser zum Auftrieb gebracht, bei Tag warmes Oberflächenwasser aufgestaut. Daraus ergibt sich weiter, daß die tägliche Temperaturschwankung an Tagen mit regelmäßig und kräftig ausgebildeten Land- und Seebrisen von der Küste gegen die offene See hin abnehmen muß, da dort die Winde im entgegengesetzten Sinne wirken: bei Nacht wird warmes (salzärmeres) Oberflächenwasser hinausgetrieben, bei Tag kühles (salzreicheres) Tiefenwasser durch Zerrungen zum Auftrieb gebracht. — Es wäre interessant, diese Folgerung durch gleichzeitige Beobachtungen an Punkten verschiedenen Küstenabstandes zu überprüfen. Nach den Untersuchungen von M. Kaiser wäre die Breite des von den Land- und Seewinden überwehten Wassergürtels nicht sehr bedeutend,[1] aber die Abhandlung J. Hann's[2] »Zur Meteorologie der Adria« macht wahrscheinlich, daß ihr Wirkungsbereich viel größer ist. Es ist endlich selbstverständlich, daß sich die Wirkung der Land- und Seewinde umso mehr fühlbar machen wird, je besser sie entwickelt sind, je schärfer die Temperatur- und Salzgehaltsschichtung ausgesprochen ist und je schwächer die übrigen Bewegungsvorgänge im Wasser (Seegang, Strömungen, Gezeiten) ausgebildet sind. Der Schauplatz ihrer Wirkung daher vorzüglich die Mitttelmeere und viele Randmeere im Sommerhalbjahre sein.

Es ist jedoch die Größe der Temperaturamplituden zum Teil noch durch andere Umstände mitverschuldet, worauf schon die Zunahme der Tagesamplitude (von 1·7° in 3 *m* auf 1·9° in 5 *m*) und der mittleren Schwankung (0·32°, respektive 0·51°) in 5 *m* Tiefe weist. Es zeigt sich hier ein schon zwischen 1^h und 2^h nachts einsetzender, bis gegen Schluß der Beobachtung andauernder kräftiger Temperaturanstieg, der auch in den übrigen Schichten, wenngleich viel schwächer ausgebildet und später beginnend, nicht völlig fehlt, während eine entsprechende Änderung des Salzgehaltes gegenüber der eben geschilderten

[1] Ann. Hydr., Bd. XXXV (1907), p. 162 (Ursprung des Seewindes 4 bis 5 Seemeilen von der Küste. Der Landwind weht bis 8 Seemeilen seewärts).

[2] Sitzb. kais. Akad. Wiss., Wien, math.-naturw. Kl., Bd. CXVII (1908), p. 9.

Wirkung von Land- und Seewind kaum wahrnehmbar ist. Immerhin ist aber zu bemerken, daß am Ende der Beobachtung sowohl Temperatur (+ $0\cdot46_5$) als Salzgehalt (+ 0·21‰) der Wassersäule beträchtlich höher als zu Beginn sind. Ob aber diese Erscheinung in ähnlicher Weise, wie wir es für die Lagunen zu zeigen in der Lage sein werden, mit den Gezeiten[1] zusammenhängt oder ob ein verstärktes Vordringen des adriatischen Wassers vorliegt, kann in diesem Falle kaum entschieden werden.

Dagegen dürften die eigentümlichen aufwärts gerichteten, durchschnittlich um $6^1/_2{}^h$ von einander abstehenden Zacken der Temperaturkurve für 5 und 10 *m*, deren Äquivalente im Salzgehalt infolge des zweistündigen Messungsabstandes nicht zum Ausdruck kommen, sehr wahrscheinlich auf Wellenbewegungen an der Grenzfläche des Bank- und adriatischen Wassers zurückzuführen sein. Doch wir wollen diese Erscheinungen bei jenen Beobachtungen näher diskutieren, wo sie scharf und einwandfrei zum Ausdrucke gelangen, und hier nur die sich unwillkürlich aufdrängende Bemerkung anfügen, daß es bei der Fülle der miteinander kombinierten Vorgänge vollkommen verständlich ist, wenn e i n e e i n z i g e w i l l k ü r l i c h h e r a u s g e g r i f f e n e B e o b a c h t u n g s s e r i e m i t u n t e r z u r e c h t f a l s c h e n V o r s t e l l u n g e n v o n d e n t a t s ä c h l i c h e n T e m p e r a t u r- u n d S a l z g e h a l t s v e r h ä l t n i s s e n e i n e r Ö r t l i c h k e i t u n d w e i t e r h i n z u g e f ä h r l i c h e n T r u g s c h l ü s s e n f ü h r e n k a n n. So hätte man zum Beispiel je nach der Beobachtungszeit für das Intervall 3 bis 5 *m* eine Temperaturabnahme von 3·5° oder bloß 1·0° statt richtig 2·5° und eine Salzgehaltszunahme von 3·25‰, respektive 2·39‰ statt 2·78‰ erhalten. Wir werden auf diesen Punkt noch öfters zurückkommen. — Wenden wir uns schließlich noch der Beziehung zwischen Luft- und Wassertemperatur zu, so ergibt sich das wichtige Resultat, daß an unserem heiteren (Bewölkung 3·1) und ruhigem Tage (Windstärke 1·2), der gerade in der Zeit der intensivsten Erwärmung (8^h a. bis 3^h p.) fast wolkenlosen Himmel und völlige Windstille aufweist, die Lufttemperatur im Mittel nicht über die Temperatur der Wasseroberfläche steigt. Während also bisher allenthalben angenommen wurde, daß im Sommer die Lufttemperatur höher als die Wassertemperatur sei, können wir hier in einem Falle, der die Erscheinung typisch zeigen müßte, nachweisen, daß dies nicht so ist. Ja, in allen folgenden Beobachtungen werden wir sogar das Gegenteil vorführen. Die Erklärung für meine abweichenden Ergebnisse werden im 2. Abschnitte gegeben werden.

2. Station IV (Nr. 42 des Juli 1905).

(Vergl. Tabelle IV.)

P o s i t i o n: 45° 31′ 40″ nördlicher Breite; 13° 33′ 48″ östlicher Länge v. Gr. (450 *m* westlich des Hafens von Pirano) Wassertiefe 18 *m*.

B e o b a c h t u n g s z e i t: 1905, 25. Juli 7^h a. m. bis 26. Juli 7^h a. m.

W i t t e r u n g s v e r h ä l t n i s s e: Der Luftdruck nimmt von Mittel gegen Südeuropa allmählich ab; die Abnahme entlang der Adria am 26./VII. beträgt 4 bis 5 *mm*. Es herrschen daher etwas kräftigere nördliche Winde, die am Beobachtungstage, beeinflußt vom Luftaustausche zwischen Meer und Land, tagsüber in Nordwestrichtung, nachts in Ostrichtung abgelenkt werden. Bewölkung ist sehr gering.

G e z e i t e n: (Triest) Hochwasser: 25./VII. $2^1/_2{}^h$ p. (76 *cm*) Niedrigwasser: 25./VII. 5^h a. (116 *cm*).
25./VII. 7^h p. (96 *cm*) 26./VII. $1^1/_2$ a. (127 *cm*).

Zeitreduktion auf den Beobachtungsort: — 15 Minuten.

(Nach einer vergleichenden Berechnung der Hafenzeiten von Triest und Pirano auf Grund der Mareographenaufzeichnungen von Triest und der gleichzeitigen Beobachtung v. S t e r n e c k's in Pirano [9. bis 15./IV. 1907]).

Wir werden bei dieser Station kürzer verweilen, da sie offenbar stark gestörte und kaum vollkommen befriedigend erklärbare Verhältnisse bietet. Es mag dies damit zusammenhängen, daß mit Ausnahme

---

[1] Es könnte damit auch der scharfe Anstieg an der Oberfläche zwischen 9 und 11^h a. und der Temperaturknick in dieser Zeit erklärt werden.

weniger Stunden im Gegensatze zu den normalen Zuständen eine sehr lebhafte, gegen Salvore, also golfauswärts gerichtete Strömung herrschte, die wohl darauf zurückzuführen sein dürfte, daß der Luftdruck, wie untenstehende Zahlen zeigen, vom 25. auf den 26. Juli in der nördlichen Adria stark stieg und überhaupt höher als in der südlichen Adria war und daß ferner in Zusammenhang damit in der nördlichen

Luftdruck 7^h a. im Meeresniveau		
Stationen	25./VII.	26./VII.
Triest	759·0	762·5
Pola	58·3	61·8
Zara	58·8	59·6
Punta d'Ostro	56·3	57·6

Adria ziemlich lebhafte nordöstliche Winde wehten, die zum Beispiel in Triest am 25./VII. nur von 1^h bis 3^h p., am 26./VII. überhaupt nicht durch westliche Winde (Seewind) abgelöst wurden, so daß durch beide Umstände das Wasser aus dem Golf hinausgedrängt wurde. In Übereinstimmung damit steht die Abnahme der Tagesmittel des Wasserstandes in Triest vom 25. auf den 26. Juli um 2·7 *cm* und das Sinken des Salzgehaltes (— 0·21‰) der ganzen Wassersäule vom Beginn bis zum Schlusse der Beobachtung. Auffallend ist dagegen die starke Temperaturzunahme, wenn auch in erster Linie Wasser der

Tabelle 5. **Temperatur- und Salzgehaltsänderung mit der Tiefe an Station IV** (Nr. 42, Juli 1905).

Tiefenintervall	Temperaturabnahme					Salzgehaltszunahme in ‰				
	Mittlere Abnahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung	Mittlere Zunahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung
	für die angeg. Tiefenintervalle	pro *m*				für die angeg. Tiefenintervalle	pro *m*			
0—2 *m*	0·56	0·28	1·4	—0·1	0·41	—	—	—	—	—
2—5 *m*	0·65	0·22	1·5	0·1	0·27	—	—	—	—	—
5—10 *m*	0·99	0·20	1·4	0·3	0·24	0·33	0·07	0·53	0·20	0·08
10—18 *m* Gr.	1·22	0·15	4·4	0·3	0·74	0·26	0·03	0·42	-0·04?	0·13
0—5 *m*	1·22	0·24	2·1	0·2	0·57	0·83	0·17	1·53	0·11	0·32
0—10 *m*	2·20	0·22	3·1	0·6	0·69	1·16	0·12	1·81	0·42	0·36

warmen Oberschichte zum Abfluß kommt. Interessant ist besonders der rasche Anstieg der Temperatur und bedeutende Abfall des Salzgehaltes ab 10^h p. (vergl. Tabelle 6), in welcher Zeit der allgemeine und der lokale Gradient (Landwind) in derselben Richtung wirken und bei lebhaftem Winde eine sehr kräftige golfauswärts gerichtete Strömung erzeugen, die in dieser Zeit bedeutend tiefer zu greifen scheint, wie die Scharung der Temperaturkurven andeutet, [1] wenn auch der außerordentlich ausgeprägte Gang des Salzgehaltes an der Oberfläche beweist, daß hier die Strömung weitaus am kräftigsten entwickelt ist. Wollte man aber annehmen, daß in der Tiefe eine Rückströmung erfolgt, so wäre die Abnahme des Salzgehaltes in allen Schichten ganz unerklärlich. Dagegen könnte die ganze Erscheinung vielleicht mit einer beginnenden Seiche erklärt werden, worüber wir später ausführlicher sprechen wollen. — In den Nachmittagsstunden ist bei nordwestlichen Winden die Temperatur relativ niedrig, der Salzgehalt aber hoch. Abgesehen von der Oberflächenschichte, wo bei völlig klarem Himmel Ein- und Ausstrahlung den Ausschlag geben ist infolgedessen in allen Tiefen die Temperatur nachts höher als bei Tag. Man könnte einwenden, daß

[1] Die Temperaturdifferenz zwischen Oberfläche und 10 *m* beträgt zu Beginn der Beobachtung 3·1°, am Schlusse der Beobachtung bloß 1·6°. Natürlich spielt auch Mischung durch den Seegang mit.

hier den Winden die entgegengesetzte Rolle wie bei Station I zugemutet werde, denn der Nordwest als Seewind sollte warmes salzarmes Wasser bringen, vom Ostwind müßte man eher das Gegenteil erwarten, wenn auch der eigentliche Landwind an dieser Küste aus Süd bis Südost komme. Der Widerspruch löst sich aber bei folgender Überlegung. Die vertikale Temperatur- und Salzgehaltsdifferenz ist an unserem Beobachtungstage viel geringer als bei Station I, da seit einiger Zeit lebhafte Winde wehen, die eine bedeutende Ausgleichung bewirkt haben. So beträgt der Temperaturunterschied (vergl. Tabelle 3 und 5) zwischen Oberfläche und 10 *m* hier nur 2·2° gegenüber 6·0° dort und ebenso der Salzgehaltsunterschied nur 1·16‰ gegenüber 4·41‰ und, während dort in der geringen Tiefe von 5 *m* eine außerordentlich scharfe Sprungschicht ausgebildet war, fehlt eine solche hier vollständig und Temperatur und Salzgehalt nehmen, wie Kolonne 3 und 8 der Tabelle 5 zeigen, außerordentlich gleichmäßig ab. Es können demnach

Tabelle 6. **Abweichung der Stundenmittel der Temperatur und des Salzgehaltes vom Tagesmittel. Stat. IV.** [1]

	7h a.	8h	9h	10h	11h	12h	1h p.	2h	3h	4h	5h	6h	—
Temperatur	−·343	−·085	+·009	−·268	−·154	−·002	+·041	±·00	−·149	−·004	−·038	−·097	
Salzgehalt	−·011		−·015		+·005		+·005		+·152		+·121		

	7h p.	8h	9h	10h	11h	12h	1h a.	2h	3h	4h	5h	6h	7h
Temperatur	−·196	−·043	−·249	+·148	+·063	+·051	+·171	+·237	+·398	+·226	+·282	−·070	+·054
Salzgehalt	+·086		+·097		+·004		−·078		−·174		−·144		−·223

[1] Die Temperaturmittel sind auf Grund der Formel $\left(a + \frac{5b}{2} + 4c + \frac{13d}{2} + 4e\right) : 18$, die Salzgehaltsmittel auf Grund der Formel $\left(2a + \frac{11b}{2} + \frac{13c}{2} + 4d\right) : 18$ gebildet, wobei *a*, *b*.... die Temperatur-, resp. Salzgehaltswerte für die einzelnen Tiefen, beginnend von der Oberfläche, darstellen. In der Salzgehaltskombination ist den Oberflächenwerten ein etwas kleineres Gewicht als ihnen, arithm. zukommt ($2a$ statt $2\frac{1}{2}a$), zugeteilt, da die Oberflächenschichte nicht so tief gereicht haben dürfte.

Land- und Seewind überhaupt nur eine ganz schwache Wirkung haben, ganz abgesehen davon, daß der Ostwind mit unserer Küste nur einen sehr spitzen Winkel bildet, und da müssen bei den gegebenen Luftdruck- und Windverhältnissen die bedeutenden horizontalen Unterschiede der Temperatur und des Salzgehaltes, wie sie zwischen dem Innern des Golfes und der offenen See bestehen, gegenüber der Wirkung der geringeren vertikalen Differenzen den Ausschlag geben. [1]

Wenden wir uns dem Temperatur- und Salzgehaltsgang in den einzelnen Tiefen zu, so nehmen wir auch hier beträchtliche Differenzen gegenüber der Station I wahr. In der Oberschichte ist entsprechend der lebhafteren Luftbewegung und dem beträchtlichen Seegang die Temperaturamplitude bedeutend kleiner,

[1] Eine Skizze des Verfassers über die Temperatur- und Salzgehaltsverhältnisse des Golfes findet sich im 2. Jahresb. d. Ver. z. Förderung d. naturw. Erforschung d. Adria, Wien 1904.

an der Oberfläche nur 1·6°. Eine rasche Änderung zeigt sich nur zwischen 7 bis 9^h bei schwachen Winden und geringer wechselnder Strömung. Anderseits ist in 10 *m* Tiefe und am Grund die Amplitude 1·7°, respektive 3·2°) und auch die mittlere Schwankung (0·29°, respektive 0·61°) viel größer als dort. Dies erklärt sich aus dem Auftreten von Oszillationen, die besonders in 10*m* Tiefe mit einer Schwingungsdauer von zirka $3^1/_2$ Stunden deutlich entwickelt und durch den entgegengesetzten Gang von Temperatur und Salzgehalt leicht kenntlich sind. Denn wenn an der Grenze zweier Wassermassen, von denen die überlagernde höhere Temperatur und geringeren Salzgehalt hat, infolge von Gleichgewichtsstörungen Schwingungen entstehen, so muß im Raume der Schwingungsbäuche bei aufwärts gerichteter Schwingung die Temperatur ab-, der Salzgehalt zunehmen, das Gegenteil aber bei abwärts gerichteter Schwingung eintreten. Selbst im Mittel der ganzen Wassersäule machen sich diese Erscheinungen noch bemerkbar, während sie im Salzgehaltsmittel nicht zu finden sind, da die Salzgehaltsunterschiede nicht nur im allgemeinen, sondern besonders in dieser Tiefe gering sind. Es ist das Erscheinen dieser Oszillationen hier besonders deswegen interessant, weil sie nicht an einer Sprungschichte auftreten. Allerdings ist die Dichtezunahme zwischen 5 und 10 *m* (0·59) noch immer sehr beträchtlich, jedoch ist die Zunahme zwischen Oberfläche und 5 *m* (1·01) viel größer, da der starke Oberflächenstrom Wasser geringen Salzgehaltes (36·43‰ im Mittel) führt.

Was die Ursachen dieser Gleichgewichtsstörungen und mithin der periodischen Änderungen der Temperatur und des Salzgehaltes sind, läßt sich hier nicht entscheiden. Man kann an Vibrationen im Sinne Forel's, also an plurinodale stehende, in unserem Falle submarine, Wellen[1] oder an die fortschreitenden Wellen von Helmholtz denken, Wenn wir im Folgenden auf Grund der Tatsache, daß mit dem Auftreten dieser Erscheinungen in der Regel große Strömungsunterschiede in der Ober- und Unterschichte verbunden sind, zur Annahme Helmholtz'scher Wellen hinneigen, so soll damit nicht ausgeschlossen sein, daß eventuell auch Forel's Vibrationen in Betracht kommen können.

Auch die Temperaturen des Bodenwassers zeigen in der zweiten Hälfte zwei enorme Abfälle der Temperatur (von 10^h bis 11^h p. um 2·6°; von 5^h bis 6^h a. um 2·3°), die ich selbst für Beobachtungsfehler hielt, weshalb ich die Messungen wiederholte. Das Resultat blieb aber dasselbe.[2] Diese beiden Abfälle sind durch ein Zeitintervall von 7 Stunden, also gerade um die doppelte Schwingungsdauer der oben erwähnten Oszillationen getrennt und entgegengesetzt gerichtet. Doch wollen wir aus den immerhin sehr zweifelhaften Werten keine weiteren Konsequenzen ziehen. Diese Fälle und überhaupt ein Studium der Tabelle 5 zeigt, wie man durch eine willkürlich angestellte Beobachtungsreihe zu ganz falschen Vorstellungen von der vertikalen Temperatur und Salzgehaltsverteilung gelangen könnte.

Nun nur noch ein Wort über die Beziehung zwischen Luft- und Wassertemperatur. Obwohl der Beobachtungstag fast wolkenlos und die mittlere Windstärke auch nur 1·7 war, so ist dennoch die Lufttemperatur, wenn auch nur um 0·1° niedriger als die Wassertemperatur. Allerdings bei Tag erhebt sich erstere nicht unbeträchtlich (7^h p. 1·5°) über letztere, aber dafür ist in der Nacht (9^h 35^m p. bis 9^h 35^m a.) das Wasser (im Maximum 7^h a. ebenfalls 1·5°) wärmer als die Luft.

3. Station V (Nr. 53 des Juli/August 1905).

(Vergl. Tabelle V und Tafel II.)

Position: 45° 25′ 52″ nördlicher Breite; 13° 29′ 22″ östlicher Länge v. Gr. (2·4 *km* westlich des Kirchturms von Umago), Wassertiefe 36·5 *m*.

Beobachtungszeit: 1905, 31. Juli 7^h a. m. bis 1. August 7^h a. m.

---

[1] Bloß ein- oder zweiknotige submarine Seiches des Golfes haben, wie wir noch zeigen werden, eine viel längere Periode.

[2] Ein so großer negativer Fehler ist um so unerklärlicher, als die Lufttemperatur höher als die beobachtete Wassertemperatur war. Auffallend ist freilich, daß sich gleichzeitig im Salzgehalt keine Änderung bemerkbar macht.

Witterungsverhältnisse: Der Luftdruck ist in ganz Mittel- und Südeuropa außerordentlich gleichmäßig. Es herrscht bei heiterem Wetter regelmäßiger Wechsel von Land- und Seewind.

Gezeiten: (Triest) Hochwasser: 31./VII, 9^h a. (67 *cm*). Niedrigwasser: 31./VII. 3^h p. (112 *cm*).
31./VII. 9^h p. (44 *cm*). 1./VIII. 4^h a. (166 *cm*).

Reduktion auf den Beobachtungsort: — 25 Minuten.

(Nach den bei Station IV angegebenen Grundlagen und dem Hafenwerte 9^h 3^m für Parenzo nach v. Sterneck.)

Diese bereits außerhalb des Golfes von Triest, westlich der Istrischen Halbinsel ausgeführte Beobachtung gehört zu den interessantesten, bietet aber der Analyse große Schwierigkeiten. Tabelle 7 gibt eine Übersicht der Schichtungsverhältnisse. Die Temperaturabnahme bis 10 *m* ist nahezu dieselbe wie eine Woche vorher bei Pirano, aber zwischen 15 und 20 *m* Tiefe ist eine deutliche Sprungschichte entwickelt. Unterhalb lagert eine fast homotherme Wassermasse. Während nun bei Station I die Sprungschichte in Temperatur und Salzgehalt zusammenfiel, liegen sie hier in verschiedenen Tiefen. Denn bereits

Tabelle 7. **Temperatur- und Salzgehaltsänderung mit der Tiefe an Station V** (Nr. 53, Juli/August 1905).

Tiefenintervall	Temperaturabnahme					Salzgehaltszunahme in ‰				
	Mittlere Abnahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung	Mittlere Zunahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung
	für die angeg. Tiefen-intervalle	pro *m*				für die angeg. Tiefen-intervalle	pro *m*			
0—5 *m*	1·21	0·24	2·25	0·5	0·55	2·48	0·50	3·10	1·49	0·43
5—10 *m*	1·05	0·21	2·0	0·3	0·34	1·49	0·30	2·49	0·94	0·34
10—15 *m*	1·73	0·35	3·5	0·6	0·53	—0·10	—0·02	0·13	—0·53	0·15
15—20 *m*	2·44	0·49	3·9	0·45	0·66	0·49	0·10	0·98	0·35	0·13
20—36·5 *m* Gr.	0·41	0·03	0·8	0·05	0·23	0·16	0·01	0·30	—0·01	0·08
0—10 *m*	2·26	0·23	3·1	1·4	0·36	3·97	0·40	4·23	3·62	0·15
10—20 *m*	4·17	0·42				0·39	0·04	0·53	0·25	0·07

von 10 *m* ab ist die Wassersäule nahezu homohalin (adriatisches Wasser) und die Sprungschichte im Salzgehalte liegt oberhalb 5 *m*, und zwar sehr wahrscheinlich wie bei Grado zwischen 3 und 5 *m* und ist wie dort aus der Überlagerung des adriatischen durch das Bankwasser zu erklären. Die Sprungschichte der Temperatur liegt dagegen in jener Tiefe, in der, wie wir im 2. Abschnitte zeigen werden, der tägliche Wärmegang gerade noch eine merkliche Amplitude besitzt. Analog dem vertikalen Temperatur- und Salzgehaltsgradienten, wenn ich mich so ausdrücken darf, ändert sich in den einzelnen Tiefen auch die Größe der absoluten Amplitude und mittleren Schwankung der Temperatur und des Salzgehaltes. So beträgt die Tagesamplitude der Temperatur an der Oberfläche 1·4°, sinkt bis 5 *m* auf 1·0°, erreicht aber in 15 *m* Tiefe sogar 3·7° und nimmt bis 20 *m* wieder auf 0·9° ab. Der Salzgehalt hat analog seine größte Amplitude bei 5 *m* (1·66‰) und die unterlagernde, fast homohaline Wassersäule hat nur ganz geringe Schwankungen.[1] Das führt uns im Verein mit den ähnlichen Erscheinungen bei den vorher behandelten Stationen zu der Folgerung, daß die Größe der Temperaturschwankung nicht nur von der Wärmeein- und ausstrahlung und den damit verknüpften Konvektionsvorgängen, sondern auch von der Schärfe der Temperaturschichtung abhängig ist. Je rascher die Temperaturabnahme in einer Schichte, eine umso größere Tagesschwankung wird sie besitzen. Wir sehen also zum Beispiel in 15 *m* Tiefe eine fast viermal so große Amplitude als in 5 *m* auftreten, trotzdem, wie wir bei Besprechung der Station XIV nachweisen werden, hier von einer merklichen Temperaturerhöhung durch Einstrahlung und, wegen der großen Dichte-

[1] Die größere Schwankung in 15 *m* beruht fast ausschließlich auf dem Werte für 9^h a. m., der, wie auch eine Vergleichung der Dichtewerte zeigt, vielleicht infolge eines Ablesungsfehlers, zu niedrig ausgefallen sein dürfte.

differenzen gegen die Oberschichte, auch von einer nächtlichen Abkühlung durch Konvektion nicht mehr gesprochen werden kann. Dagegen liegt hier eine Sprungschichte der Temperatur, und die große Tagesschwankung beruht auf vertikalen Verschiebungen dieser Grenzfläche. Da nun die Temperatur und Salzgehaltsschichtung im Sommerhalbjahr viel schärfer als im Winterhalbjahr ausgebildet ist, so werden wir, ganz abgesehen von den Unterschieden der Wärmestrahlung, die nur für die oberste Wasserlage in Betracht kommt, schon aus diesem Grunde im Sommer viel größere Tagesschwankungen der Temperatur (und des Salzgehaltes) als im Winter erhalten. Ferner zeigt dieses Ergebnis, mit welcher Vorsicht man zu Werke gehen muß, wenn man aus den Differenzen zweier etwa in den Morgen- und Nachmittagsstunden angestellten Beobachtungen einen Schluß auf das Eindringen der Wärmestrahlen und auf die Größe der von dem Wechsel von Tag und Nacht abhängigen Temperaturschwankung ziehen will. Man wird bei ausgesprochener Temperaturschichtung häufig zu hohe Werte und ein zu tiefes Eindringen der Sonnenstrahlen ableiten, wie es ja sehr oft geschehen ist.

Betrachten wir nun den Temperatur- und Salzgehaltsgang in den einzelnen Tiefen, um die Ursache dieser Erscheinung kennen zu lernen (vergl. Tabelle V und Tafel II). — Die Oberfläche zeigt entsprechend der außerordentlich ruhigen und heiteren Witterung einen völlig normalen, von Ein- und Ausstrahlung bestimmten Temperaturgang mit einem Maximum um 4^h p. und ein Minimum um 4^h a. Bereits im 5 *m* Tiefe finden wir ganz andere Verhältnisse. Es treten hier zwei Maxima um 11^h a. und 1^h a. auf und ein ähnlicher Temperaturgang, stets mit einem Minimum um die wärmste Tageszeit, findet sich in allen Tiefen bis zum Grunde, am schärfsten ausgebildet in der Sprungschichte. Der Gang des Salzgehaltes, der am meisten im 5 *m* Tiefe, an der Grenze beider Wassergattungen markiert ist, zeigt, abgesehen von der Oberfläche, in der Regel das entgegengesetzte Verhalten wie die Temperatur in derselben Tiefe. Bildet man die Abweichung der einzelnen Beobachtungen vom Mittelwert der betreffenden Tiefe, so haben die korrespondierenden Abweichungen von Temperatur und Salzgehalt nur in 16 von 60 Fällen gleiches Vorzeichen. Der Salzgehatt an der Oberfläche steht dagegen in keiner direkten Beziehung zum Temperaturgang daselbst — er weist zwei Maximum um 9^h a. und 11^h p. auf — und schon dadurch wird angedeutet, daß für den Gang beider Faktoren an der Oberfläche verschiedene, in der Tiefe dagegen die gleichen Ursachen wirksam sind. Versuchen wir nun diese zu ermitteln.

Wie wir bereits bei Station I gesehen haben, sind Land- und Seewind von Einfluß auf den täglichen Temperatur- und Salzgehaltsgang. Bilden wir nun wieder die Temperatur- und Salzgehaltsmittel der ganzen Wassersäule für die einzelnen Beobachtungsstunden, jedoch für die Temperatur mit Beiseitelassung der vom täglichen Wärmegang beeinflußten Oberfläche[1] (vergl. Tabelle 10) und berechnen wir sodann die mittleren Abweichungen vom Gesamtmittel für die Herrschaft des Seewindes (9^h a. bis 7^h p.) und des Landwindes (9^h p. bis 6^h a.), so erhalten wir folgende Werte.[2]

	Temperaturabweichung	Salzgehaltsabweichung
Seewind:	+ 0·098°	— 0·011‰
Landwind:	— 0·140°	+ 0·020‰.

Die Temperaturdifferenz beträgt daher 0·25°, die Salzgehaltsdifferenz dagegen bloß 0·03‰. Man sollte aber eher erwarten, daß sich die Wirkung des Windwechsels stärker im Salzgehalt als in der Temperatur bemerkbar mache, da ja die wirkenden Kräfte sich an der Oberfläche befinden und die Sprungschichte des Salzgehaltes derselben viel näher liegt. Auch könnte gegen unsere Berechnungsart

---

[1] Für die Temperatur mit Hilfe der Kombination $(5b+5c+5d+11e+8f):34$ für den Salzgehalt nach der Kombination $\left(\frac{5a}{2}+5b+5c+11e+8f\right):36\cdot5$, wobei $a, b, c \ldots$ wieder die Werte für die Oberfläche, 5 *m*, 10 *m* . . darstellen.

[2] Es möge bemerkt werden, daß beide Perioden je eine Ebbe und eine Flut umfassen.

ein gewichtigter Einwand gemacht werden. Die schönen Experimente von E. M. Wedderburn[1] und J. W. Sandström[2] haben ergeben, daß bei der Erzeugung einer Triftströmung an der Oberfläche einer Wassermasse, die aus mehreren Schichten verschiedener Dichte besteht, die dem Winde entgegengerichtete Ersatzströmung (Returncurrent von Wedderburn) sich nicht am Boden des Beckens, sondern an der Oberfläche der unterlagernden, dichteren Schichte herausbildet und durch Reibung allmählich in dem obersten Teile dieser Schichte eine gleichgerichtete Strömung hervorruft, die nun ihrerseits Veranlassung zu einer entgegengesetzt als wieder dem Winde gleichgerichteten Ersatzströmung an der Oberfläche der nächstdichteren Schichte gibt, wodurch also ein System abwechselnd in entgegengesetzter Richtung weisender Strömungen entsteht. Wedderburn kann mit allerdings nur drei gelegentlichen Beobachtungen aus dem Loch Garry die Ergebnisse des Experimentes für den Fall zweier Wasserschichten bestätigen,[3] während die zu demselben Zwecke im Loch Ness angestellten Strömungsmessungen keine befriedigenden und über Erwarten komplizierte Resultate ergaben.[4] Sind nun die Temperatur- und Salzgehaltsschwankungen in unserer aus drei Schichtgliedern bestehenden Wassermasse durch ein solches Zirkulationssystem erzeugt, so müssen der Temperatur- und Salzgehaltsgang in den verschiedenen Schichten entgegengesetzt gerichtet sein und der oben erhaltene geringe Unterschied des Salzgehaltes bei Land- und Seewind wäre darauf zurückzuführen, daß wir Mittel aus der ganzen Wassermasse genommen haben. Wir geben nun in Tabelle 8 eine Übersicht für das Verhalten der einzelnen Tiefen in der Zeit, wo See- und Landwind am kräftigsten entwickelt sind (9^h a. bis 2^h p., respek. 11^h p. bis 5^h a.).

Tabelle 8. **Verhalten von Temperatur und Salzgehalt bei Land- und Seewind an Station V.**

		Tiefe					
		0 *m*	5 *m*	10 *m*	15 *m*	20 *m*	36·5 *m* Gr.
Landwind	Temperatur	abnehmend —	abnehmend +	stark abnehmend —	stark abnehmend —	abnehmend —	+
	Salzgehalt	stark abnehmend —	stark zunehmend —	zunehmend —	stark zunehmend +	zunehmend +	+
Seewind	Temperatur	zunehmend +	abnehmend +	abnehmend +	stark abnehmend +	+	abnehmend —
	Salzgehalt	— abnehmend	— stark zunehmend	— zunehmend	—	—	—

wobei ein + bedeutet, daß Temperatur, respektive Salzgehalt höher, ein —, daß sie niedriger als das Tagesmittel sind. Die Richtung der Temperatur- und Salzgehaltsbewegung ist, wenn sie deutlich zum Ausdruck kommt, durch ein Schlagwort bezeichnet. Die Vorzeichen stimmen nun in der Tat bei Landwind nicht befriedigend überein; betrachtet man aber den Gang, so fällt sofort auf, daß in der ganzen Wassersäule bis 20 *m* die Temperatur durchwegs abnimmt, der Salzgehalt mit Ausnahme der Oberfläche zunimmt. Das spricht sehr klar gegen die Annahme eines Strömungssystems à la Wedderburn-Sandström in diesem Falle. Umgekehrt herrscht bei Seewind eine gute Übereinstimmung unter den Abweichungen, während anderseits wieder der Gang der beiden Faktoren, der von 5 *m* ab demjenigen an der Oberfläche

---

1 An Experimental Investigation of the Temperature Changes occurring in Fresh-Water Lochs. Proc. R. Soc. Edinb., Vol. XXVIII (1907), Part. I, p. 1—20.

2 Dynamische Versuche mit Meerwasser. Ann. Hydr., Bd. XXXVI (1908), p. 6—23.

3 Temperature Observations in Loch Garry. Proc. R. Soc. Edinb., Vol. XXIX (1909), Part II, S. 110.

4 E. M. Wedderburn und W. Watson: Observations with a Current Meter in Loch Ness. Ebda., Part XXIX (1909) Part.VII, p. 619 — 647.

entgegengerichtet ist, einem solchen System mit zwei Schichtgliedern günstig wäre. Bei solchen Unstimmigkeiten liegt die Folgerung nahe, daß die großen Temperatur- und Salzgehaltsschwankungen unserer Beobachtung überhaupt nicht durch die Winde bestimmt sind, sondern eine andere Ursache haben müssen, die bedeutend stärkere Schwankungen als Land- und Seewind hervorzubringen vermag, deren Wirkung daneben zurücktritt.

Betrachtet man Tafel II, so steigt die Vermutung auf, daß eine von zirka 15 *m* Tiefe ausgehende Wirkung, die nach oben und unten mit einer gewissen Verspätung fortschreitet, die Ursache der großen Temperatur- und der Salzgehaltsoszillationen sei. Da nun in 15 *m* Tiefe die Temperaturmaxima nahezu mit Hochwasser, die Minima mit Niedrigwasser zusammenfallen, so muß man die Frage als berechtigt erachten, ob nicht die Gezeiten die Ursache der Erscheinung sind. Bilden wir nun aus den in Tabelle 10 niedergelegten Werten, wie vorhin für Land- und Seewind, jetzt für die Flut- und Ebbeperioden Mittel, so ergeben sich die Zahlen der Tabelle 9 *a*. — Die Temperaturabweichung erscheint bei Flut stets positiv

Tabelle 9. **Verhalten von Temperatur und Salzgehalt bei Ebbe und Flut an Station V.**

a) Verhalten der ganzen Wassersäule.

Bei den eingeklammerten Werten ist die Oberfläche mit in Rechnung gezogen.

Fluten	Temperatur- abweichung	Salzgehalts- abweichung	Ebben	Temperatur- abweichung	Salzgehalts- abweichung
Mittel beider Fluten (7^h a.—12^h m.; 6^h p.—11^h p.)	+0·169°	—0·037 ‰ (—0·026)	Mittel beider Ebben (12^h m.—5^h p.; 12^h p.—6^h a.)	—0·160°	+0·038 ‰ (+0·026)
Flut bei Seewind (7^h a.—12^h m.)	+0·192	—0·103 (—0·094)	Ebbe bei Seewind (12^h m.—5^h p.)	—0·048	+0·044 (+0·036)
Flut, teils bei See- teils bei Landwind (6^h—11^h p.)	+0·148	+0·029 (+0·036)	Ebbe bei Landwind (12^h m.—6^h a.)	—0·248	+0·031 (+0·020)

b) Verhalten in verschiedenen Tiefen.

		0 *m*	5 *m*	10 *m*	15 *m*	20 *m*	36·5 *m* Gr.
Flut 7^h a.—12^h m.; stark einsetzender Seewind	Temperat.	[1]	+	+	+	—	—
	Salzgeh.	+	—	—	—	+	—
Flut 6^h p.—11^h p. (Hauptflut)	Temperat.		? —	stark steigend +	stark steigend +	stark steigend +	stark steigend +
	Salzgeh.	steigend? +	steigend +	fallend —	? [2] +	fallend —	? +
Ebbe 12^hm.—5^h p.; abflauender Seewind	Temperat.		fallend? —	fallend —	stark fallend —	fallend +	fallend —
	Salzgeh.	fallend —	steigend +	steigend +	steigend ? —	? —	steigend ? +
Ebbe 12^h n.—6^h a. (Hauptebbe); starker Landwind	Temperat.		steigend +	stark fallend —	stark fallend —	stark fallend —	? +
	Salzgeh.	fallend —	fallend —	steigend +	steigend +	schwach steigend +	steigend ? +

1 Für die Frühflut wurde der Gang nicht bezeichnet, da ihr zu wenig Beobachtungen vorausgehen, bei der Temperatur der Oberfläche wurde kein Vorzeichen angegeben, da sie fast nur vom täglichen Wärmegang abhängt.

2 Bedeutet, daß innerhalb diesere Priode keine wesentliche oder sicher zu deutende Änderung vorliegt.

Tabelle 10. **Abweichung der Stundenmittel der Temperatur und des Salzgehaltes vom Tagesmittel. Stat. V.**

7^h a.	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h p.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	
						Temperatur						
−·214	+·189	+·261	+·310	+·379	+·264	+·013	−·070	−·205	−·114	−·019	+·121	
−·249	+·134	+·214	+·266	+·345	+·251	+·024	−·039	−·153	−·062	+·025	+·155	
						Salzgehalt						
−·013	−·092	−·170	−·143	−·116	−·069	−·022	+·036	+·093	+·087	+·081	+·064	
−·014	−·081	−·148	−·129	−·110	−·070	−·029	+·026	+·081	+·078	+·076	+·059	

7^h p.	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h
						Temperatur						
+·141	+·289	+·126	+·101	+·112	+·064	−·103	−·159	−·225	−·385	−·482	−·446	−·111
+·168	+·303	+·140	+·109	+·106	+·060	−·114	−·175	−·255	−·405	−·495	−·457	−·128
						Salzgehalt						
+·047	+·051	+·054	+·004	−·046	−·044	−·042	+·018	+·078	+·079	+·079	+·019	
+·042	+·054	+·065	+·020	−·026	−·033	−·039	+·013	+·064	+·060	+·056		

Die oberen Zahlenreihen sind unter Weglassung der Oberfläche nach der Kombination $(5b + 5c + 5d + 11e + 8f) : 34$, die untere mit Einbeziehung der Oberfläche nach der Kombination $(2·5a + 5b + \ldots$ etc.$): 36·5$ gebildet. — Die Salzgehaltswerte der geraden Stunden sind interpoliert.

bei Ebbe stets negativ, so daß also Steigendwasser erwärmend, Fallendwasser abkühlend wirken müßte. Damit würde übereinstimmen, daß von beiden Fluten die Vormittagsflut, die in die Zeit des im selben Sinne wirkenden Seewindes fällt, die größere Abweichung, von beiden Ebben die Nachtebbe die weitaus stärkere und überhaupt größte Abweichung hat, da sie mit der kräftigsten Entwicklung des Landwindes zusammenfällt und außerdem weit tiefer ist als die Nachmittagsebbe, der außerdem noch der Seewind entgegenwirkt. Die Annahme, daß die Gezeiten die Ursache der Oszillationen seien, erhält also nicht nur durch die Übereinstimmung der Vorzeichen, sondern auch durch das Ausmaß der Temperaturabweichung eine wesentliche Stütze. Nicht ganz so günstig sind der Hypothese Vorzeichen und Ausmaß der Salzgehaltsabweichungen. Es weisen beide Ebben positive und das Mittel beider Fluten negative Abweichung auf, was also auf Erniedrigung des Salzgehaltes mit Steigendwasser und Erhöhung mit Fallendwasser deutet. Die Nachmittagsflut hat allerdings wie die beiden Ebben ein negatives Vorzeichen. Abgesehen davon, daß diese Unregelmäßigkeit nicht sehr groß ist (+ 0·03‰), würde sie der Erklärung keine Schwierigkeit bieten. Denn der Gang der Salzgehaltsmittel ist einerseits infolge des scharf ausgesprochenen Ganges in 5 *m* Tiefe, anderseits infolge der geringen zeitlichen Schwankungen in der gesamten unterlagernden Wassermasse (vergl. Tabelle 7, letzte Kolonne) sehr stark von den Salzgehaltsänderungen in 5 *m* Tiefe beherrscht, wie auch ein Blick auf Tafel II bestätigt. Das wird besonders klar, wenn wir die Temperatur- und Salzgehaltswerte der einzelnen Tiefen auf ihr Verhalten bei Flut und Ebbe hin prüfen. Tabelle 9 *b* gibt das Ergebnis dieser Untersuchung. Analog dem bei Tabelle 8 eingehaltenen Vorgange bedeutet ein +, daß die Temperatur, respektive der Salzgehalt höher als das Mittel, ein —, daß sie niedriger sind. Zwar herrscht unter den Vorzeichen durchaus nicht die beste Übereinstimmung. Wenden

wir uns aber dem durch ein Schlagwort bezeichneten Gange der beiden Faktoren zu, dessen Ermittlung selbstverständlich auf den Änderungen von Niedrig- zu Hochwasser und umgekehrt, nicht aber wie die Ermittlung der Abweichungen (+ —) auf den Werten für den Wellenberg, respektive für das Wellental beruht, so treffen wir in der gesamten Wassersäule unterhalb 5 *m*, soweit überhaupt der Gang deutlich ausgesprochen ist, eine vollkommene Übereinstimmung. Bei Steigendwasser nimmt in allen diesen Tiefen die Temperatur zu, der Salzgehalt ab, bei Fallendwasser sinkt stets die Temperatur und steigt der Salzgehalt. Da die Temperaturdifferenzen unterhalb 5 *m* viel bedeutender als die Salzgehaltsunterschiede sind, so zeigen sie die Erscheinungen viel schärfer an. Sehen wir daher einstweilen von der Oberschichte (Bankwasser) ab, so führt diese Untersuchung zu dem Ergebnisse, daß sich in unserem Falle tatsächlich mit Steigendwasser stets eine Erhöhung der Temperatur und eine Erniederung des Salzgehaltes kombiniert. Man könnte daher annehmen, daß bei Steigendwasser eine Strömung bedeutend wärmeren, aber etwas salzärmeren Wassers in der Unterschichte anfangs hauptsächlich bei 15 *m* vordringt, allmählich aber auch nach oben- und untenhin an Ausbreitung gewinnt. Damit würden recht gut die Strömungsbeobachtungen (Tabelle V) übereinstimmen, die für 10 und 15 *m* Tiefe eine bei Steigendwasser nordwärts, bei Fallendwasser südwärts gerichtete Strömung angeben. Es würde auch begreiflich sein, daß an unserem Beobachtungstage das Gezeitenphänomen so bedeutsam und regelmäßig zum Ausdrucke gelangt, da die Witterung völlig ungestört, die Wasserstandsamplituden für die Adria sehr bedeutend (122 *cm*) und die horizontalen und vertikalen Unterschiede der Temperatur und des Salzgehaltes in der Beobachtungszeit sehr groß waren. Anderseits wäre es klar, daß unter weniger günstigen Verhältnissen die Unterschiede so klein werden könnten, daß sie der Beobachtung ganz entgingen.

Aber dieser so günstig scheinenden Lösung stehen zwei Schwierigkeiten entgegen. In erster Linie der Umstand, daß mit Steigendwasser eine Verminderung des Salzgehaltes verbunden wäre. Denn Ebbe und Flut pflanzen sich nach R. v. Sterneck [1] entlang der Nordostküste der Adria nach Nordwest, also in derselben Richtung wie der Küstenstrom fort. Dieser führt allerdings wärmeres, nicht aber salzarmes, sondern salzreiches Wasser und das gesamte bisher über die Adria vorliegende Beobachtungsmaterial nötigt zur Annahme, daß die Flut relativ salzreiches Wasser nach Norden führen müßte. Allerdings besitzt der Quarnero und das anschließende Inselgebiet infolge submariner Süßwasserquellen einen relativ geringen Salzgehalt, aber auch niedrige Temperaturen und, wenn das Flutwasser von dort stammen würde, müßte es nicht nur den Salzgehalt, sondern auch die Temperatur erniedrigen. Zweitens könnte der Temperatur- und Salzgehaltsgang in 5 *m* Tiefe kaum durch Verspätung erklärt werden, denn dann müßte man für die bei Steigendwasser aus Süden vordringende Wassermasse sogar einen noch niedrigen Salzgehalt als in 5 *m* Tiefe annehmen, was schon gar nicht haltbar ist. [2]

Wir gehen hier so ausführlich auf die Einwirkung der Gezeiten auf Temperatur- und Salzgehalt ein, weil gerade in dieser erst jüngst aufgeworfenen Frage die Meinungen sehr auseinandergehen. Schon 1907 hat G. Gilson [3] auf Grund einer auf der Reede von Ostende vom 7. auf 8./IX. 1906 ausgeführten 24stündigen Beobachtung einwandfrei nachgewiesen, daß die Gezeiten nicht nur auf Wasserstand und Stromrichtung, sondern auch auf Salzgehalt und Sinkstoffe von Einfluß sind, und zwar steigt in seinem Falle der Salzgehalt mit der Flut, während er in unserem sinkt. Gilsons Beobachtung ist nämlich

---

[1] R. v. Sterneck, Das Fortschreiten der Flutwelle im Adriatischen Meere. Sitzb. Wiener Akad., mathem.-naturw. Kl., Bd. CXVII, Abt. II*a* (1908).

[2] Da der Salzgehalt an der Oberfläche bei Flut zunimmt, so läge der Salzgehalt zwischen dem der Oberfläche und 5 *m* Tiefe, es müßten sich daher bei 10 bis 15 *m* viel größere Salzgehaltsschwankungen bemerkbar machen. Wollte man aber annehmen, daß sich die Gezeitenerscheinungen in erster Linie in der oberen Schichte abspielen, dann bliebe die Verzögerung in 5 *m* gegenüber 10 und 15 *m* und der völlige Mangel einer Temperatureinwirkung auf die Oberfläche ebenso unerklärlich als das Ergebnis der Strömungsbeobachtungen.

[3] Recherches sur le Milieu Marin et ses Variation au Voisinage de la Côte Belge. Mém. Mus. R. Hist. Nat. Belg., T. IV, I. Ser. (1907).

(bei bloß 8 m Wassertiefe) im salzarmen Küstenwasser angestellt, dem das aus dem Kanal vordringende Flutwasser an Salzgehalt überlegen ist. Auch wir werden im folgenden solche Fälle kennen lernen.

Ferner hat O. Pettersson[1] im Großen Belt bei Flut Anschwellungen des salzreichen Tiefenwassers verbunden mit Wassereinströmung in die Ostsee konstatiert, während er bei Ebbe ein Abströmen durch das ganze Profil nachweisen konnte. Seine Strömungsbeobachtungen stimmen vollkommen mit meinen überein, so unvollkommen letztere sind. Pettersson hält die von ihm beobachteten Erscheinungen für Wirkungen des Gehzeitenphänomens, während Wedderburn meint, daß es sich auch in diesem Falle um stehende Wellen an der Grenze verschieden dichter Wassermassen handelt.[2] Wenn nun auch aus einzelnen Beobachtungsserien, die um fünf und mehr Stunden auseinanderliegen, wie in Pettersson's Falle, nur mit Vorsicht Schlüsse gezogen werden dürfen, so wäre es doch ein merkwürdiger Zufall, wenn an zwei weit auseinanderliegenden Beobachtungstagen die Ausschläge der von den Gezeiten unabhängigen Salzgehaltsseiches jedesmal im selben Sinne mit den Wasserstandsschwankungen infolge von Ebbe und Flut zusammenfielen.

In unserem Falle ist es ganz ausgeschlossen, daß wir es mit solchen interliquiden Seiches zu tun haben. Denn ihre Periode müßte selbst dann viel größer sein, wenn wir annehmen, es handle sich nicht um Schwingungen der ganzen Adria, sondern nur um Schaukelbewegungen des etwas durch die Linie Südspitze Istriens=Rimini von der Adria abgegrenzten Golfes von Venedig. Das ergibt die Berechnung nach der Formel

$$t = 4\,l\sqrt{\frac{\frac{\rho}{h}+\frac{\rho_1}{h_1}}{g\,(\rho-\rho_1)}},$$

in der t die ganze Periode der Schwingung, l die Länge des Golfs in Metern, g die Schwerebeschleunigung, h und h_1 die Mächtigkeit der beiden verschieden dichten Wassermassen und ρ und ρ_1 ihre Dichte bedeuten,[3] wenn wir $l = 120.000\,m$ und die mittlere Tiefe des Golfes zu 35 m ansetzen und für die übrigen Werte die Mittel unserer Station zugrunde[4] legen. Denn man erhält eine Periode von 19·5 Tagen.[5] Unsere 24stündige Beobachtung könnte daher nur ein kleines Stück des ganzen Kurvenastes vorstellen.

[1] Über Meeresströmungen. »Veröff. Inst. Meereskunde«, Berlin, Heft 12 (1908), p. 18. — Gezeitenähnliche Bewegungen des Tiefenwassers. Publ. Circ., Nr. 47, Kopenhagen 1909, p. 2 bis 3.

[2] Dr. O. Pettersson's Observ. Deep. Water Oscillations. Proc. R. Soc. Edinb., Vol. XXIX, Part VI, p. 605. Wedderburn führt für diese von ihm und W. Watson am Loch Ness in glänzender Weise erforschten Schwingungen im Gegensatz zu den gewöhnlichen Seiches die Bezeichnungen »Dichteseiches« oder »Temperaturseiches« ein. Ersteren Ausdruck halte ich nicht für sehr glücklich, da ja auch die gewöhnlichen »Seiches« durch Gleichgewichtsstörungen an Dichtigkeitsflächen (und zwar an der Dichtefläche zwischen Wasser und Luft) entstehen. Der Unterschied der Perioden erklärt sich aus dem Unterschied der Dichtedifferenzen. Man könnte die Seiches (und überhaupt Wellen) nach den Medien, innerhalb derer oder an deren Grenzen sie sich abspielen, unterscheiden als interaër (zwischen zwei Luftschichten), aëroliquid (zwischen Luft und Wasser) und interliquid (zwischen zwei Wasserschichten).

[3] Die Formel für geschlossene Becken lautet nach Watson (Geogr. Journ., 1904, Okt.)

$$t = 2\,l\sqrt{\frac{\frac{\rho}{h}+\frac{\rho_1}{h_1}}{g\,(\rho-\rho_1)}},$$

da aber bei Seiches von Meeresbuchten der Schwingungsknoten nach den Untersuchungen von Honda u. a. in der Mündung liegt, so muß in diesem Falle die doppelte Länge also $4l$ gesetzt werden. Vgl. Secondary Undulations of Oceanic Tides by K. Honda, u. a. Jour. Coll. Sc. Imp. Univ. Tokyo, Vol. XXIV (1908).

[4] Es wurden angenommen $h_1 = 5\,m$; $\rho_1 = 1·0230$; $h = 30\,m$; $\rho = 1·0266$. Diese Werte passen auch gut zu den Beobachtungen von Wolf und Luksch am 4. August 1876 im Golfe von Venedig. Vgl. III. Bericht an die königl. ungar. Seebehörde in Fiume über die während des Sommers 1876 durchgeführten physikalischen Untersuchungen im Adriatischen Meere. Fiume 1877 (Tabelle Nr. 2).

[5] An dem Resultate ist bereits die sogenannte Mündungskorrektion angebracht, die in unserem Falle (vgl. Honda, p. 60) 34% beträgt.

Aber eine andere Möglichkeit liegt nahe. Daß nämlich fortschreitende Wellen, wie sie sich an der Grenze zweier relativ gegeneinander in Bewegung befindlicher Medien bilden, die Ursache unserer Temperatur- und Salzgehaltsschwankungen wären. H. v. Helmholtz[1] hat solche nach ihm »Helmholtz'sche Wellen« genannte Erscheinungen an der Grenze zweier gegeneinander bewegter Luftschichten bereits 1888/89 theoretisch berechnet, während ihres Vorkommens in den Seen und Meeren der Erde nur sehr selten gedacht wird.[2] Unsere Strömungsbeobachtungen sind zwar spärlich, immerhin lassen sie aber erkennen, daß die Strömung bei Steigendwasser in den mittleren Schichten nordwärts, bei Fallendwasser von der Oberfläche zirka 20 *m* Tiefe südwärts setzt. Wir haben daher ein System von Strömungen, das je nach der Gezeitenphase andere Richtung und Geschwindigkeit besitzt und eine verschieden mächtige Wassersäule beherrscht. An der Oberfläche findet man westliche und östliche Strömungen und zu unterst dürfte wohl der Küstenstrom konstant nordwärts ziehen. Es sind daher die Bedingungen für die Entstehung Helmholtz'scher Wellen gegeben. — Nehmen wir an, daß wir es mit solchen zu tun haben, so wäre die Erklärung der Erscheinungen in unserem Falle folgende. Am Beobachtungsorte liegen mehrere verschieden dichte und mit verschiedener Richtung und Geschwindigkeit bewegte Wasserschichten übereinander. Infolgedessen entstehen Gleichgewichtsstörungen an den Grenzflächen und es kommt zur Herausbildung von Wellen. Rückt ein Wellenberg heran, der ja in einer Verbiegung der Grenzflächen (Sprungschichten) nach aufwärts besteht, so muß bei unverändertem Messungsabstande von der Oberfläche die Temperatur ab- der Salzgehalt zunehmen. Das Gegenteil findet beim Herannahen eines Wellentales statt. Da die Strömungsrichtungen und Geschwindigkeiten von den halbtägigen Gezeiten in ausschlaggebender Weise periodisch beeinflußt werden,[3] so wird sich eine Übereinstimmung zwischen den Wellen- und den Gezeitenphasen herausbilden, welche die oben dargelegten Beziehungen zwischen den Änderungen von Temperatur und Salzgehalt zu den Gezeitenphasen verständlich macht. Gegenüber den bei der Wellenbildung zur Wirksamkeit gelangenden vertikalen Temperatur- und Salzgehaltsunterschieden treten die Unterschiede in Temperatur und Salzgehalt zwischen dem Beobachtungsorte und dem Gebiete, woher das Flutwasser stammt, ganz zurück. Die Zeitdifferenzen zwischen den Erscheinungen in 15 und 5 *m* Tiefe können als Verspätung aufgefaßt werden, oder man kann auch annehmen, daß sich bei 5 *m*, an der Grenze des Bank- und adriatischen Wassers, ein selbständiges, von den Erscheinungen in 15 *m* unabhängiges Wellensystem gebildet habe.

Allerdings kann man, solange nicht längere mit Strömungsmessungen verbundene Beobachtungsserien vorliegen, nicht strenge beweisen, daß die volle von mir ausgeführte Übereinstimmung mit dem Gezeitenphänomen nicht doch ein Zufall sei. Eine Koinzidenz anderer Art hat O. Pettersson[4] veranlaßt, die großen Anschwellungen des Tiefenwassers im Gullmarfjord, die er durch zwei Monate verfolgte und die bei 14tägiger Periode mit hoher nördlicher oder südlicher Deklination des Mondes zusammenfielen als durch den Mond verursachte Gezeitenphänomene anzusehen, Die von Pettersson selbst erwähnte Schwierigkeit, daß sich die Anschwellungen nur im Tiefenwasser bemerkbar machten, wäre nach meiner Ansicht nicht so groß, da die aus dem Atlantischen Ozean eintretende Flutwelle vorzüglich solches Wasser bringen muß. Auch der von Everdingen[5] gemachte Einwurf, die täglich genau zur selben

---

[1] Sitzb. Berl. Akad., 1888, I, p. 647 bis 663, 1889, II, p. 761 bis 780.

[2] Auf solche Erscheinungen an der Grenze verschieden dichter Wassermassen machen zuerst Helland-Hansen und Nansen aufmerksam. »Report on Norwegian Fishery and Marine Investigations«, Vol. II, Nr. 2. Dem Verfasser war bei der Niederschrift dieser Zeilen nur das Referate in der Int. Rev. f. Hydrogr. u. Hydrobiol. zugängig. — E. M. Wedderburn, der sie im Loch Ness fand, erklärt diese Schwingungen, deren Periode viel zu kurz sei, als daß man sie als Seiches erklären könnte, als Züge von Grenzwellen wodurch verursacht?), nimmt jedoch an, daß sie in vielen Fällen auch durch die relativen Bewegungen zwischen zwei Wasserschichten wie sie infolge von Dichte-Seiches entstehen, verursacht sein mögen. Temperature Oscillations in Lakes and in the Ocean. Scott. Geogr. Mag., 1909, p. 596.

[3] Das gilt natürlich vorderhand nur für unseren Beobachtungsort und -tag.

[4] Publ. circ. No. 47.

[5] Erwähnt bei E. M. Wedderburn; Dr. O. Pettersson's Observ. etc. p. 605.

Tagesstunde angestellten Beobachtungen O. Pettersson's brächten, wenn sie überhaupt aus Gezeitenerscheinungen zu erklären wären, infolge der Verspätung der Gezeiten gegenüber dem Sonnentag nur die halbtägigen Gezeiten zum Ausdruck, ist nicht ganz stichhältig. Denn gerade in der Zeit, wo die Anschwellungen des Tiefenwassers auftreten, fällt die Beobachtungsstunde, was Pettersson allerdings nicht angibt, auf die Ebbe der halbtägigen Gezeiten. Nach seinen früheren Beobachtungen über die halbtägigen Gezeiten (siehe oben p. 24) hätte damit ein Zurücksinken des Tiefenwassers verbunden sein sollen, statt dessen trat ein etwa zehnmal stärkeres Anschwellen desselben ein und daher schloß er auf eine entsprechende Einwirkung des Mondes. Daß die Erscheinungen in derselben Tiefenschichte wie seine halbtägigen Gezeiten auftreten, ist nicht, wie O. Pettersson meint, beweisend dafür, daß sie auch Gezeitenphänomene sein müssen. Denn an dieser Dichtigkeitsfläche werden sich eben auch andere periodische Wellenbewegungen vorzüglich bemerkbar machen. — Außerdem müßten solche überaus bedeutende halbmonatliche Gezeiten auch im Wasserstande zum Ausdruck kommen; denn wenn durch die Anziehung des Mondes eine so beträchtliche Wassermasse auf einer Halbkugel angesammelt würde, dann müßte ebenso wie bei den halbtägigen Gezeiten das Wasserniveau auf derselben steigen und könnte der Mangel einer solchen Zunahme nicht durch die größere horizontale Ausbreitung der Oberschicht (baltisches Wasser) erklärt werden. Darum muß ich E. M. Wedderburn beistimmen, der, allerdings ohne Pettersson's Meinung direkt zu widerlegen, die Anschwellungen des Tiefenwassers für einknotige stehende Wellen des Skagerak hält und für dieselben nach der oben auch von mir benützten Formel eine zu den Erscheinungen vollkommen stimmende Periode von 13·9 bis 14·2 Tagen berechnet.[1]

Sehr regelmäßig sind die Temperaturkurven für die Wasseroberfläche und die Luft entwickelt, und da bei heiterem Wetter Land- und Seewind normal ausgebildet sind, können wir annehmen, daß uns die Beobachtung ein typisches Beispiel für die Beziehungen zwischen Luft- und Wassertemperatur an einem schönen Sommertage liefern. Und gerade dieser Fall zeigt deutlich, daß auch im Sommer die Lufttemperatur (25·5°) niedriger als die Wassertemperatur (26·4°) ist. Selbst in Triest, wo sich tagsüber die Lufttemperatur bedeutend mehr als über dem Meer erwärmt, beträgt das Mittel nur 25·7°. Nur zwischen $12^h\ 40^m$ bis $6^h\ 30^m$ p. ist die Lufttemperatur etwas — im Maximum um 0·3° — wärmer als die Wasseroberfläche, dagegen sinkt sie nachts bis 2·4° (3^h bis 4^h a.) unter diese herab. Auf offener See wird allerdings die Temperatur nachts nicht so tief fallen, da wir uns dort außerhalb des Bereiches des Landwindes befinden, dessen Eintritt (9^h p.) sich hier in dem scharfen Abfall der Temperatur (in einer Stunde um 1·0°) so deutlich bemerkbar macht. Aber andrerseits zeigen meine in den Morgenstunden angestellten Parallelbeobachtungen der Lufttemperatur in 1 *dm* und 2 *m* über der Wasseroberfläche, daß trotz der Küstennähe und der starken Fühlbarkeit des Landwindes (Stärke 2 bis 2·5) die warmhaltende Wirkung der Wassermasse doch nicht sehr beträchtlich herabgemindert wird. Denn es wird die Luft nahe der Wasserfläche doch so warm gehalten, daß zwischen 3^h und 6^h a. die Temperaturabnahme bis 2 *m* Höhe 0·5° bis 0·6° erreicht. Diese großen Temperaturdifferenzen bei kaum 2 *m* Vertikaldistanz zeigen, wie dringend nötig es ist, alle Lufttemperaturbeobachtungen in möglichst gleicher Höhe über dem Wasserspiegel auszuführen, da sie sonst die Vergleichbarkeit einbüßen. Überraschend groß zeigt sich die ausgleichende Wirkung des Wassers, denn während die Amplitude der Lufttemperatur in Triest für die gleiche Zeit 6·6° betrug, belief sie sich am Beobachtungsort nur auf 3·8°. Auch die Verzögerung in der Erwärmung und Abkühlung ist sehr bedeutend, denn in Triest erhebt sich die Temperatur bereits um $7^h\ 50^m$ a. m. über das Mittel und sinkt schon um $7^h\ 5^m$ p. wieder unter dasselbe, während über dem Meere diese Termine ($9^h\ 40^m$ a. m. respektive $9^h\ 30^m$ p. m.) um 2^h verspätet sind. Ja die Media der Wassertemperatur treten erst um $11^h 36^m$ a. und $10^h 36^m$ p., also um zirka $3^1/_2{}^h$ später als in der Luft zu Triest ein. — Wir haben bei dieser Beobachtung lange verweilt, denn sie zeigt in schöner Weise, welch eine Fülle von Faktoren die Temperatur- und Salzgehaltsänderungen beeinflussen. Nicht nur Ein- und Ausstrahlung, Verdunstung und damit verknüpfte Konvektionsströmungen rufen periodische Schwankungen hervor. Auch Land- und

[1] A. a. O., p. 605.

Seewind und unterseeische Wellen erzeugen ihrerseits regelmäßige Änderungen der Temperatur und des Salzgehaltes, die sich in der mannigfaltigsten Weise kombinieren. Und schließlich treten noch Andeutungen von großen seichesartigen Bewegungen, wie besonders an Station I, hinzu. Das Bild wird dadurch so vielgestaltig, daß selbst eine so lange Beobachtungsreihe wie unsere noch nicht ermöglicht, alle Vorgänge mit Sicherheit zu deuten. Wie schwierig muß aber die Arbeit werden und zu wie viel Fehlschlüssen mag sie führen, wenn nur einzelne zeitlich durch viele Stunden oder Tage getrennte Beobachtungen vorliegen. So hätte zum Beispiel eine am 31./VIII. um 10^h a. an unserem Beobachtungsorte ausgeführte Messung eine Temperaturabnahme von bloß 2·1° bis 15 *m* Tiefe ergeben, am 1./VIII. 6^h a. hätte man aber 5·8° erhalten! Es wird dies eine Beispiel, und das ist der Zweck dieser Zeilen, genügend dartun, daß sich die Forschung besonders in Gebieten mit scharfer Schichtung der Wassermassen heute mit einzelnen Beobachtungsserien nicht zufrieden geben darf. Denn was nützt alle Verfeinerung der Methoden und Vergleichung der Instrumente, wenn durch die Ungleichzeitigkeit der Beobachtungen ihr Wert und ihre Vergleichbarkeit viel mehr leidet als es je infolge der Benützung einfacher Hilfsmittel geschehen kann.

4. Station XIV (Nr. 2 des Juli 1908).

(Vergl. Tabelle XIV.)

Position: Wie bei Station I.

Beobachtungszeit: 1908, 16. Juli 7^h a. bis 17. Juli 7^h a.

Witterungsverhältnisse: Schon am 14. und 15. Juli traten unter dem Einflusse eines über Spanien und Südfrankreich heranrückenden Luftdruckmaximums bei gleichzeitig tiefem Barometerstande über Nordeuropa und einem sekundären Minimum, das während dieser Zeit von der Riviera nach Siebenbürgen zog, lebhafte Winde (22 *m*/sec.) auf, und als sich das Maximum keilförmig über Mitteleuropa ausbreitete, wuchsen die Landwinde, durch den allgemeinen Luftdruckgradienten außerordentlich verstärkt, bis über 30 *m*/sec. Geschwindigkeit an (15. auf 16./VII.) und auch während der ganzen Beobachtungszeit wehten See- und Landwinde sehr kräftig. Die mittlere Bewölkung war 3·9. In der stürmisch bewegten Nacht vom 15. auf den 16./VII. ging über dem Golfe ein heftiges Gewitter mit starkem Niederschlag nieder.

Gezeiten:	Hochwasser:		Niedrigwasser:
(Pola)		16./VII. 12^h m. (105 *cm*)	16./VII. 5^h a. (42 *cm*).
		16./VII. 10^h p. (117 *cm*)	16./VII. $4^1/_2{}^h$ p. (95 *cm*).
			17./VII. $5^1/_2{}^h$ a. (45 *cm*).

Reduktion auf den Beobachtungsort: + 1 Stunde.

Waren die bisher behandelten Beobachtungen Repräsentanten der Verhältnisse bei heiterem, ruhigem Wetter, so bieten die beiden folgenden Stationen Beobachtungen bei bewölktem Himmel und stärker bewegter See. Wir beginnen mit der am selben Orte wie Station I, also im rückkehrenden Küstenstrom vor Grado angestellten Beobachtung XIV, die bei mittleren Verhältnissen einen Übergang zwischen der ersten Gruppe und der letzten Station bei Pirano (XV) bildet.

Ein Vergleich der Tabellen 3 und 11 zeigt einen außerordentlichen Kontrast der Wasserschichtung an den beiden Beobachtungstagen. Hatte sich bis zum 11./VII. 1905 (Station I) infolge lange andauernden schönen Wetters das salzarme Bankwasser ohne weitere Mischung ungestört über dem adriatischen Wasser ausgebreitet, so daß eine scharfe Salzgehaltsschichtung zustande gekommen war, und zum Beispiel zwischen 0 und 5 *m* Tiefe die Salzgehaltsdifferenz 3·50‰ betrug, so war durch den Sturm, der der Beobachtung vom 16. auf den 17./VII. vorausging, eine so gründliche Mischung der beiden Wasserschichten herbeigeführt worden, daß die Salzgehaltsdifferenz zwischen denselben Tiefen bloß 0·06‰ betrug! Nur die unterste Wasserschichte, etwa von 10 *m* bis 14 *m* Tiefe zeigt einen merklich höheren Salzgehalt als die Oberfläche (0·84 bis 2·05‰). Diese Unterschiede wurden aber auch für die Temperaturabnahme ausschlaggebend. Bereits auf p. 11/12 wurde für Station I ausgeführt, daß sich infolge der enormen

Tabelle 11. **Temperatur- und Salzgehaltsänderung mit der Tiefe an Station XIV** (Nr. 2, Juli 1908).

Tiefenintervall	Temperaturabnahme					Salzgehaltszunahme in ‰				
	Mittlere Abnahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung	Mittlere Zunahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung
	für die angeg. Tiefenintervalle	pro *m*				für die angeg. Tiefenintervalle	pro *m*			
0—1 *m*	0·07	0·07	0·60	—0·04	0·09	0·04	0·04	0·37	—0·05	0·07
1—3 *m*	0·06	0·03	0·52	—0·10	0·08	—0·02	—0·01	0·09	—0·17	0·05
3—5 *m*	—0·03	—0·02	0·12	—0·20	0·06	0·04	0·02	0·17	—0 08	0·06
5—10 *m*	0·14	0·03	0·54	—0·24	0·16	0·78	0·16	1·25	0·04	0·37
10—14 *m* Gr.	0·91	0·23	1·80	0·40	0·25	1·21	0·30	2·07	0·50	0·43
0—3 *m*	0·13	0·04	0·90	—0·10	0·14	0·02	0·01	0·20	—0·08	0·04
0—5 *m*	0·11	0·02	0·94	—0·08	0·18	0·06	0·01	0·18	—0·08	0·07
0—10 *m*	0·24	0·02	0·94	—0·28	0·27	0·84	0·08	1·42	0·10	0·39

vertikalen Dichtedifferenzen zwischen dem Bank- und adriatischen Wasser hier eine Sprungschichte der Temperatur entwickeln mußte, da für die Erwärmung der Unterschichte nur Leitung in Betracht kommen konnte. Daß der Temperatursprung an der Grenze der beiden Wassermassen (2·48° zwischen 3 und 5 *m*) so scharf ist, zeigt in prächtiger Weise, eine wie geringe Rolle schon für sehr geringe Tiefen die Strahlung gegenüber der Konvektion spielt, zumal der Isonzo und besonders der Timavo, deren beträchtliche Wassermassen sich dem Bankwasser zugesellen, im Sommer tiefere Temperaturen als das adriatische Wasser besitzen. Obwohl also ursprünglich im Mündungsgebiet der genannten Flüsse die Oberschichte die kühlere ist, liegt sie hier nach so kurzem Wege bereits als weitaus wärmere über dem adriatischen Wasser. Denn durch Strahlung wird die Oberfläche stark erwärmt und durch Konvektion wird die Wärme auch bis an die Grenze des adriatischen Wassers getragen. Dieses aber bleibt, nur auf Strahlung angewiesen, bald weit hinter jenem zurück und so erreicht die Temperaturdifferenz zwischen 0 und 5 *m* bereits 3·6°, zwischen 0 und 10 *m* sogar 6·0°. Nun hat allerdings Kaleczinszky[1] in einer sehr interessanten Untersuchung nachgewiesen, daß diejenigen ungarischen Salzseen, die von einer Süßwasserdecke überzogen sind, Temperaturen bis über 70° im Salzwasser aufweisen. Da nun bei dem hohen Salzgehalte der Unterschichte eine Konvektion vollkommen ausgeschlossen ist, muß die Einstrahlung als Hauptursache dieser hohen Wärme erklärt werden, die im Laufe der warmen Jahreszeit bei Tag fortwährend zu-, in der Nacht aber fast nicht abnehmen wird, da Abkühlung durch Konvektion ausgeschlossen, der Verlust durch Wärmeleitung sehr gering ist und das Wasser die dunkle Ausstrahlung noch viel weniger durchläßt als die sichtbare Einstrahlung. Aber es braucht zur Erklärung der hohen Temperaturen kein tiefes Eindringen der Wärmestrahlung angenommen zu werden. Vielmehr beruhen sie einerseits auf einer fortgesetzten Summierung der Einstrahlungseffekte, andrerseits und in erster Linie auf der schwachen Entwicklung der überlagernden Süßwasserdecke, so daß noch ein bedeutender Teil der Sonnenstrahlung zur Salzwasserschichte gelangt.[2] Und wir werden selbst bei Besprechung der Station VI, in deren Gebiet unter einer ganz schwachen Schichte fast süßen Wassers ziemlich salzreiches liegt, eine solche Zunahme der Temperatur, wenn auch nur in geringem Maße, konstatieren können.

Ein solcher Entwicklungsgang wird natürlich unterbrochen, wenn durch Seegang eine Durchmischung der beiden Schichten herbeigeführt wird, wie es vor Beginn unserer Beobachtung XIV der Fall war. Es entstand dadurch eine nicht nur homohaline sondern auch homotherme Deckschichte und die Temperaturabnahme zwischen 0 und 10 *m* reduzierte sich auf 0·24°. Die Differenz zwischen 10 *m* und

---

[1] Über die ungarischen warmen und heißen Kochsalzseen als natürliche Wärmeakkumulatoren. Mathem.-naturw. Ber. aus Ungarn, 19 (1901), p. 51 bis 54.

[2] Kaleczinszky gibt an, daß bei einer Süßwasserschichte von 2 *m* Mächtigkeit keine Erwärmung des unterlagernden Salzwassers mehr eintritt.

Grund betrug aber bereits 0·91°, so daß man daraus und besonders im Vergleich mit Station XV ersieht, daß die Hauptwirkung des Seeganges sich auf eine Schichte von zirka 8 bis 9 *m* Mächtigkeit erstreckt hat.

Da also in der Beobachtungszeit die vertikalen Temperatur- und Salzgehaltsunterschiede nur sehr gering und auch die horizontalen Differenzen sehr verwischt waren,[1] so kann man von den Winden, trotzdem sie kräftig entwickelt waren, keine sonderliche Einwirkung auf Temperatur und Salzgehalt erwarten. Überhaupt konnte sich eine Vertikalzirkulation nur in geringem Umfange entwickeln, da infolge Beeinflussung durch den allgemeinen Luftdruckgradienten die Seewinde fast ausschließlich aus West, also nahezu parallel zur Küste und auch die Landwinde durch drei Stunden aus Ost wehten. Verfolgt man den Temperatur- und Salzgehaltsgang in der Schichte von 0 bis 5 *m* — in größerer Tiefe beherrschen andere Erscheinungen noch weit mehr das Bild als hier — so kann man nur den raschen Temperaturabfall zwischen 6^h p. und 8^h p. (vergl. Tabelle 12), in welcher Zeit der See- in den Landwind übergeht und die starke Erniedrigung des Salzgehaltes von 9^h bis 11 p. mit einer gewissen Berechtigung auf

Tabelle 12. **Abweichung der Stundenwerte der Temperatur und des Salzgehaltes vom Tagesmittel. Stat. XIV.**

Tiefe	7^h a.	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h p.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	
						Temperatur							
0—5 *m*	—·120	—·080	—·011	+·061	+·128	+·165	+·092	+·114	+·080	+·192	+·133	+.118	
10 *m*	+·03	—·01	—·07	—·01	+·10	+·10	+·03	—·06	—·16	—·20	—·10	+·03	
14 *m* Gr.	—·90	—·61	—·48	—·36	—·30	—·25	+·04	+·29	+·45	+·43	+·23	+·15	
						Salzgehalt							
0—5 *m*	—·087		+·080		+·094		+·008		+·095		+·106		
10 *m*	—·20	—·01	+·08	+·02	—·10	—·15	—·09	+·07	+·41	+·48	+·38	+·11	
14 *m* Gr.	+·25	+·25	+·26	+·29	+·31	+·21	—·01	—·31	—·57	—·57	—·36	—·13	

Tiefe	7^h p.	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h
						Temperatur							
0—5 *m*	+·067	—·030	—·010	—·020	—·046	—·035	—·060	—·064	—·148	—·194	—·177	—·169	—·142
10 *m*	+·06	+·08	+·12	+·04	—·16	—·26	—·20	—·09	+·02	+·11	+·19	+·21	+·19
14 *m* Gr.	+·07	—·15	—·22	±·00	+·09	+·13	+·39	+·22	+·10	+·02	+·04	+·12	+·12
						Salzgehalt							
0—5 *m*	+·067		+·013		—·201		—·041		—·098		—·104	—	—
10 *m*	—·22	—·51	—·60	—·32	+·05	+·22	+·25	+·19	+·07	—·07	—·16	—	—
14 *m* Gr.	+·17	+·49	+·63	+·46	+·14	—·14	—·30	—·31	—·24	—·15	—·09	—	—

Windwirkung zurückzuführen. Im letzteren Falle ist das Drehen des Windes von Ost auf Nordost die Ursache. Denn Nordost ist die Richtung, in der die Isonzomündung liegt und die Abnahme des Salzgehaltes in dieser Direktion ist besonders am Beobachtungstage viel größer als die vertikale Zunahme.

Im übrigen spiegelt der Gang des Salzgehaltes in abgeschwächtem Maße die Vorgänge in größerer Tiefe wider, während der Temperaturgang vorzüglich durch Ein- und Ausstrahlung, Konvektion und

---

[1] Ein Vergleich mit Station XV zeigt, daß bei Pirano die Oberflächentemperatur nahezu dieselbe und auch der Salzgehalt nur um 0·4‰ höher war, während in der Regel im Sommer Differenzen von 1·0°, respektive 3 bis 4‰ zwischen beiden Stationen vorhanden sein dürften.

Seegang bestimmt wird. Es scheint sich hier die so seltene Gelegenheit zu bieten, einige annähernde in Tabelle 13 zusammengestellte Werte für die quantitative Bedeutung dieser Faktoren im täglichen Temperaturgange zu gewinnen. Der starke Anstieg der Temperatur der obersten Schichte zwischen 9^h a. bis 12^h m. muß hauptsächlich der Einstrahlung zuerkannt werden, die in dieser Zeit infolge fast gänzlicher Aufheiterung zur vollen Wirkung gelangt, während andrerseits bei ruhiger See und Windstille Mischung durch Seegang wegfiel und auch die Konvektion, wie die Zahlen selbst ergeben, nicht sehr wesentlich gewesen sein und kaum bis 1 *m* Tiefe gereicht haben dürfte. Und in dieser kurzen Zeit steigt die Oberflächentemperatur um 0·90° und auch die Temperatur in 1 *m* Tiefe noch um 0·54°, aber in 3 *m* ist der Anstieg bereits ganz unwesentlich. Wir können also hier mit Zahlen die oben gefolgerte Ansicht belegen, daß die Wärmewirkung der Strahlung nur in sehr geringe Tiefe reicht, womit wir uns überdies

Tabelle 13. **Temperaturänderungen infolge Einstrahlung, Seegang und Konvektion.**

Tiefe	Station XIV					Station I		
	9^h a. bis 12^h m.	12^h m. bis 2^h p.	$4-5^h$ p. bis $9-10^h$ p.	$9-10^h$ p. bis $1-2^h$ a.	$1-2^h$ a. bis $6-7^h$ m.	9^h bis 11^h a.	11^h a. bis 12^h m.	12^h m. bis 3^h p.
0 *m*	+·90	−·64	−·28	−·08	−·12	+·18	+·02	−·01
1 *m*	+·54	−·36	−·23	−·06	−·11	+·03	+·09	+·04
3 *m*	+·04	+·14	−·17	−·07	−·09	+·03	+·03	+·03
5 *m*	±·00	+·04	−·14	−·04	−·09	—	—	—

in vollkommener Übereinstimmung mit der Theorie befinden.[1] Um 12^h m. setzten nun, rasch an Stärke gewinnend, südwestliche bis westliche Winde ein, der Seegang wurde nicht unbedeutend und die Folge war, neben gesteigerter Verdunstung, eine rasche Verfrachtung der Wärme in die Tiefe. Kolonne 3 zeigt, wie nun in nur zwei Stunden trotz hochstehender Sonne die Temperatur an der Oberfläche um 0·64° und auch in 1 *m* Tiefe noch um 0·36° abnahm,[2] während sie gleichzeitig in 3 *m* Tiefe um 0·14 und in 5 *m* noch um 0·04 stieg. Noch viel charakteristischer kommen die Wirkung von Einstrahlung und Seegang für dieselbe Tageszeit bei Station I zum Ausdruck (Tabelle 13, Kolonne 7 bis 9). Hier steigt von 9^h bis 11^h a. bei vollkommener Windstille, spiegelglatter See und ungehemmter Sonnenstrahlung die Temperatur an der Oberfläche um 1·8°, in 1 *m* Tiefe[3] aber nur mehr um 0·3°. Nun erhebt sich zwischen 11^h und 12^h ein leiser Luftzug und die von ihm hervorgerufene Mischung genügt bereits, um die Temperaturzunahme an der Oberfläche auf 0·2° herabzusetzen, in 1 *m* Tiefe aber auf 0·9° zu erhöhen. Und während von 12^h m. bis 3^h p. bei schwachem Südwest die Temperatur an der Oberfläche bereits um 0·1 sinkt, steigt sie gleichzeitig in 1 *m* um 0·4. — Die Tiefe, in der bei eintretendem Seegang an Stelle des Wärmeverlustes Wärmegewinn tritt, nimmt also, wie ein Vergleich der beiden Beobachtungen zeigt, mit der Stärke des Seeganges zu.

Beobachtung XIV bietet endlich noch Gelegenheit das Fortschreiten der nächtlichen Konvektion in die Tiefe zu verfolgen. Tabelle 13 zeigt in Kolonne 4 das beträchtliche und mit der Tiefe sich verringernde Absinken der Temperatur von 4./5.^{h} p. bis 9./10.^{h} p.[4] Der starke Abfall dürfte, wie schon oben bemerkt, darauf zurückzuführen sein, daß zwischen 6^h bis 8^h p. der westliche See- in den östlichen Landwind umschlug. Die Abnahme mit der Tiefe aber kann daraus erklärt werden, daß sich die Konvektion noch

---

[1] W. Schmidt, Absorption der Sonnenstrahlen im Wasser. Sitzb. W. Akad., mathem.-naturw. Kl., Bd. CXVII, Abt. II*a*, p. 10.

[2] Zum Vergleiche sei angegeben, daß die gesamte Temperaturabnahme von 2^h p. bis 4^h a. (Min.) an der Oberfläche nur 0·58 und in 1 *m* Tiefe 0·40 betrug.

[3] Wir müssen bei dieser Station von der Einbeziehung der Werte für 3 und 5 *m* in diese Betrachtung absehen, da für ihren Gang andere Faktoren ausschlaggebend sind.

[4] Es wurden zur größeren Sicherheit bei der Berechnung stets Mittel aus zwei benachbarten Werten zugrunde gelegt. Wäre kein Seegang aufgetreten, so wären natürlich die Erscheinungen viel schärfer ausgesprochen.

nicht vollständig durchzusetzen vermochte. Dagegen zeigen die Kolonnen 5 und 6 für die späteren Nachtstunden eine sehr gleichmäßige Abnahme der Temperatur in der ganzen Schichte bis 5 *m* Tiefe. Da Wind- und Wellenstärke die ganze Zeit über ziemlich gleich blieben, so kann nur das Fortschreiten der Konvektion in die Tiefe die Ursache dieser Unterschiede sein. Andrerseits greift sie in unserem Falle nicht tiefer als höchstens 8 bis 9 *m*, denn sonst hätte sich hier nicht, wie die Beobachtungen aus 10 *m* Tiefe beweisen, in den Morgenstunden ein Temperaturüberschuß von mehreren Zehntelgraden über die vollkommen homotherme Oberschicht erhalten oder ausbilden können.

Wenden wir uns nun dem Temperatur- und Salzgehaltsgang in größerer Tiefe zu. — In 10 *m* Tiefe sehen wir periodische in Temperatur- und Salzgehalt entgegengesetzt gerichtete Schwankungen mit großer Schärfe auftreten. Ihre innige gegenseitige Beziehung kommt noch viel besser zum Ausdruck, wenn man die Salzgehaltsreihe von dem die ganze Beobachtungszeit hindurch andauernden, von unseren kleineren Schwankungen unabhängigen Anstieg befreit. Das ließ sich leicht erreichen. Es wurde zu diesem Zwecke die Reihe einer öfteren Ausgleichung unterzogen, bis sie nur mehr ganz sanfte Schwingungen aufwies und nun der Tagesanstieg mit ziemlicher Sicherheit zu $0 \cdot 60^0/_{00}$ bestimmt. Die daraus resultierenden Korrekturen wurden an der bloß einmal nach der Formel $\frac{a + 2b + c}{4}$ ausgeglichenen Salzgehaltsreihe, in der noch vorher die Werte für die geraden Stunden linear interpoliert worden waren, unter der jedenfalls wenig von der Wirklichkeit abweichenden Annahme angebracht, daß der Anstieg gleichmäßig erfolgte.[1] Gleicht man auch die Temperaturreihe einmal aus und bildet man dann für beide Reihen die Abweichungen der Stundenwerte vom Tagesmittel, so ergibt sich eine geradezu überraschende Regelmäßigkeit der ganzen Erscheinung (vergl. Tabelle 12). Stets bewegen sich Temperatur und Salzgehalt in entgegengesetzter Richtung, die Maxima der Temperatur fallen mit einer unbedeutenden Ausnahme stets auf die Minima des Salzgehaltes und umgekehrt und die Abweichung der Temperatur und des Salzgehaltes vom Mittelwert wird immer fast gleichzeitig Null. Auch in diesem Falle dürften Helmholtz'sche Wellen die Ursache dieser Schwankungen sein. Denn gegen jede andere Erklärung spricht die Kürze der Periode, die übrigens nicht konstant bleibt, sondern im Laufe der Beobachtung unter gleichzeitiger Zunahme der Amplitude von $2^1/_4$ auf $6^1/_2$ Stunden steigt und in einer gewissen Beziehung zu den Winden zu stehen scheint. Dieselben Schwankungen lassen sich, wie schon oben angedeutet, auch im Salzgehaltsgange der Oberschichte noch aufspüren, wenn sie auch entsprechend den geringen vertikalen Salzgehaltsunterschieden nur ganz geringe Amplituden haben, während sie im Temperaturgang hier gegenüber den bereits behandelten Vorgängen verschwinden.

Wir müssen darnach auf verschiedene Geschwindigkeit oder Bewegungsrichtung der beiden Wassermassen schließen. Das bestätigen in der Tat meine Beobachtungen über die Strömungsrichtungen. Im Mittel ergibt sich allerdings für die ganze Wassermasse unterhalb 3 *m* [2] eine fast genau nach West zu Nord gerichtete Bewegung[3], so daß man annehmen muß, daß der rückkehrende Küstenstrom von der Oberfläche bis zum Grunde reicht. Aber im Laufe des Tages wird die Bewegung durch das Gezeitenphänomen wesentlich modifiziert. Bei Steigendwasser dreht der Strom nach Nord, bei Fallendwasser nach Süd[4] und nur dadurch, daß sich diese beiden Richtungen kompensieren, kommt in den Mittelwerten die Richtung des Küstenstromes so klar zum Ausdruck. Diese Gezeitenströmungen, die natürlich je nach

---

[1] Also Korrektur für Beginn der Beobachtung $+0 \cdot 30^0/_{00}$, für das Ende $-0 \cdot 30^0/_{00}$, für den Mittelwert $\pm 0 \cdot 00^0/_{00}$.

[2] An der Oberfläche und in 1 *m* Tiefe wurden wegen des Seeganges Beobachtungen fast ganz unterlassen.

[3] 3 *m* (10 Beob.): 275°; 5 *m* (24 Beob.): 272°; 10 *m* (10 Beob.): 281°; Grund (11 Beob.): 278°. Alle 54 Beobachtungen fallen in den NW- und SW-Quadranten.

[4] Es strömt also das Wasser bei Steigendwasser in der Oberschichte gegen die Gradenser Küste und in die Lagunen, um bei Fallendwasser wieder zurückzukehren. Es bleibt mir dabei unerklärlich, daß dieser Stromwechsel nicht in Temperatur- und Salzgehalt dieser Schichten zum Ausdruck kommt, da das Wasser während seines Aufenthaltes in den Lagunen, wie wir noch sehen werden, Temperatur und Salzgehalt nicht unbeträchtlich ändert. (Vgl. bes. Beob. XIII, die kurz vor der behandelten Beobachtung angestellt ist.)

der Phasenzeit verschiedene Geschwindigkeit besitzen, treten mit solcher Bestimmtheit aber nicht in allen Tiefen auf und besonders am Grunde scheinen sie nur eine schwache Ablenkung der allgemeinen Weströmung zu bewirken. Ferner sind sie besser während der Herrschaft der westlichen als der östlichen Winde entwickelt, da erstere offenbar den Küstenstrom behindern, letztere ihn beschleunigen. Es herrschen daher sowohl in der Ober- als in der Unterschicht periodisch wechselnde Strömungen, deren Richtung und Geschwindigkeit aber in beiden Schichten meist erheblich verschieden ist. Sie scheinen also die Ursache unserer Temperatur- und Salzgehaltswellen zu sein.

Temperatur und Salzgehalt des Bodenwassers besitzen ebenfalls beträchtliche, aber bedeutend unregelmäßigere Schwankungen. Verfolgt man den Temperaturgang in 10 *m* Tiefe und am Grund im einzelnen, so bemerkt man, daß die Schwankungen im allgemeinen entgegengesetzt gerichtet sind, aber wiederholt kann man konstatieren, daß der Temperaturgang des Bodenwassers dadurch gestört erscheint, daß die entgegengesetzten Schwankungen von 10 *m* Tiefe auf das Bodenwasser übergreifen, so zum Beispiel zwischen 5^h bis 9^h p., von 10^h p. bis 1^h a. und von 3^h bis 7^h a. Es liegt die Folgerung nahe, daß in den komplizierteren Kurven des Bodenwassers sowohl die Wellen der Oberschichte als eigene entgegengesetzt gerichtete Wellen enthalten sind, wobei die ersteren nur in den erwähnten günstigen Fällen sofort erkennbar sind. Befreit man auf Grund dieser Annahme die einmal ausgeglichenen Salzgehalts- und Temperaturwerte des Bodenwassers von den ersteren Schwankungen, indem man die in Tabelle 12 niedergelegten Abweichungen für 10 *m* Tiefe mit verkehrtem Vorzeichen an ihnen anbringt, so erhält man in Temperatur und Salzgehalt wieder sehr regelmäßig entgegengesetzt gerichtete Werte (vergl. Tabelle 12), trotzdem die allgemeine Änderung hier nicht eliminiert wurde. Ob man es hier in ähnlicher Weise, wie bei Station V dargelegt, mit Wellen zu tun hat, die in enger Beziehung zu den Gezeiten stehen, wobei man sich vorzustellen hätte, daß der Flutstrom in der Tiefe eindringend das Wasser der Oberschichte zu den besprochenen wechselnden Strömungen zwingt, die ihrerseits das Tiefwasser wieder etwas gegen Nord respektive Süd ablenken und wobei die Beziehungen zwischen Ebbe und Flut, Temperatur und Salzgehalt mit zirka einer Stunde Verspätung sich in derselben Art wie bei Station V äußern würden, oder ob keine solchen Beziehungen bestehen, wage ich nicht zu entscheiden, da die der Betrachtung zugrunde gelegten Werte unter einer nicht völlig sicheren Annahme hergeleitet wurden.

Schließlich möchte ich noch die Aufmerksamkeit auf die bereits erwähnten Schwankungen größerer Periode hinlenken, die in unserer Beobachtung klar zum Ausdruck gelangen. Es zeigt sich nämlich in der ganzen Oberschichte (0 bis 5 *m*) ein allmähliches, bis zum Schlusse der Beobachtung andauerndes Abfallen des Salzgehaltes um zirka 0·20‰ [1] (Tabelle 12), umgekehrt in 10 *m* Tiefe gleichzeitig ein Anwachsen um 0·60‰. Das Bodenwasser verhält sich wieder wie die Oberschichte, und es fällt hier der Salzgehalt um zirka 0·70‰ im Laufe der Beobachtung.

Von den Temperaturkurven zeigt nur die Kurve des Bodenwassers eine Schwankung ähnlicher Periode, indem hier die Temperatur sehr bedeutend steigt, sich also entgegengesetzt wie der Salzgehalt derselben Tiefe verhält. Die Temperaturen in 10 *m* Tiefe weisen nur die kurzen, symmetrisch um den Mittelwert gruppierten Schwankungen auf. Dies erklärt sich daraus, daß die raschere Zunahme des Salzgehaltes (vergl. Tabelle II) in etwas geringerer Tiefe (oberhalb 10 *m*) als diejenige der Temperatur (unterhalb 10 *m*) beginnt, so daß die zwar kurzen aber relativ hohen Helmholtz'schen Wellen noch in das Bereich der rascheren Temperaturabnahme reichen, während dagegen die bei 10 *m* aufwärts gerichtete Bewegung der Seiches, als welche wir die Erscheinung ansprechen müssen, noch nicht ein solches Ausmaß erreicht hat, um sich auch in der Temperatur bemerkbar zu machen. Wir müßten in unserem Falle, ähnlich wie F. Exner [2] am Wolfgangsee, Wasserschichten annehmen, von denen die mittlere in

---

[1] Der Wert um 7^h a. wurde vom Vergleiche ausgeschlossen, da er noch unter der aussüßenden Wirkung des kurz vorher beendigten Niederschlages steht.

[2] Über eigentümliche Temperaturschwankungen von eintägiger Periode im Wolfgangsee. Sitzb. Wiener Akad., mathem.-naturw. Kl., Bd. CXVII, Abt. II*a* (1908).

entgegengesetzter Richtung wie die obere und untere schwingt. Legen wir zur Berechnung der Seichesperiode des Golfes von Triest die Mittelwerte der Beobachtung XV zugrunde, wobei wir allerdings nur zwei Wasserschichten unterscheiden und nehmen wir demnach für h und h' je 11 *m*, $\rho = 1.0272$, $\rho' = 1.0240$, $l = 27.000$ *m*, so erhalten wir auf Grund der oben benützten Formel und unter Anwendung einer Mündungskorrektion von 31% als Seichesperiode gerade vier Tage. Unsere Beobachtung würde also den vierten Teil einer solchen Seiches vorstellen. Es ist aber auch möglich, daß es sich um eine Querschwingung handelt, da ja durch den Sturm der Vornacht das Golfwasser nach Süden gedrängt wurde, das nun nach Abflauen des Windes zurückschwingt und so die Seiches erzeugt. Die Grenze der oberen und mittleren Schichte wäre dort zu suchen, wo die raschere Salzgehaltszunahme beginnt, also zirka zwischen 8 und 9 *m*, die Grenze zwischen Mittel- und Unterschicht dort, wo der Temperaturabfall einsetzt etwa bei 11 *m*.

Werfen wir nun zum Schlusse noch einen Blick auf die Beziehungen zwischen Oberflächen- und Lufttemperatur. Letztere ist im Mittel um nicht weniger als 2·7° kühler als die Wassertemperatur. Das zeigt vorzüglich, wie starke Luftbewegung und Bewölkung auf die Luft in viel höherem Maße abkühlend wirken als auf das Wasser. Selbst zur Zeit der größten Annäherung bleibt die Luft noch um 1·4° kühler als das Wasser, im Maximum (6^h a.) sinkt sie sogar um 4·5° unter dieses herab. Darin, daß die Wassertemperatur bereits seit 12^h m. sinkt, während die Lufttemperatur bis in die Nachmittagsstunden steigt, prägt sich deutlich die Wirkung des von Mittag an rasch zunehmenden Seeganges auf die Oberflächentemperatur aus. Ein Vergleich mit den früher behandelten Stationen läßt erkennen, daß die Unterschiede der Tagesamplitude der Lufttemperatur am Lande und am Meere bei lebhafteren Winden und bedecktem Himmel viel geringer sind als bei schönem Wetter. Betrug die Differenz der beiden Amplituden für Station IV und Triest 3·3° und im Mittel aller drei Stationen noch immer 2·7°, so beträgt sie hier bloß 1·4°. Es ist eben die Amplitude zwar in Triest, nicht aber über dem Wasser wesentlich kleiner geworden. Der Eintritt der Maxima und Media ist wieder wesentlich verspätet.

5. Station XV (Nr. 3 des Juli 1908).

(Vergl. Tabelle XV und Tafel III.)

Position: 45° 32′ 8″ nördlicher Breite; 13° 34′ 12″ östlicher Länge v. Gr. (600 *m* nördlich des Kirchturms von Pirano); Wassertiefe: 33 *m*.

Beobachtungszeit: 1908, 18. Juli 7^h a. m. bis 19. Juli 7^h a. m.

Witterungsverhältnisse: Vom 18. auf den 19. Juli rückt ein Luftdruckminimum vom Golf von Genua gegen die Poebene vor. Unter seinem Einflusse herrschen über der nördlichen Adria am Beobachtungstage südöstliche Winde, die, allmählich an Heftigkeit zunehmend, in Pola bis 51 *m*/sec. Geschwindigkeit erreichen. Gleichzeitig steigt der Luftdruckunterschied zwischen Triest und Korfu bis zum 19./VII. 7^h a. auf 7 *mm*. Die mittlere Bewölkung beträgt 9·4. Infolge heftigen Seeganges und Niederschlages mußten zwischen $10^1/_2{}^h$ p. und $2^1/_2{}^h$ a. alle Beobachtungen unterbleiben. Für die Oberfläche, 5 *m*, 15 *m* und die größeren Tiefen schien eine lineare Interpolation der fehlenden Temperaturwerte zulässig. Auch die nach dem Gefühle ergänzten Temperaturen für 10 und 11 *m* dürften sich nicht wesentlich von den stattgehabten Werten entfernen. Dagegen wurde auf eine Vervollständigung der Salzgehaltskurven verzichtet, da hier die Gefahr einer fehlerhaften Interpolation zu groß war.

Gezeiten:	Hochwasser: 18./VII. 2^h p. (136 *cm*).	Niedrigwasser: 18./VII. 6^h a. (64 *cm*).
(Pola)	18./VII. 12^h n. (132 *cm*)	18./VII. 7^h p. (117 *cm*).
		19./VII. 7^h a. (80 *cm*).

Reduktion auf den Beobachtungsort + 0·6^h.

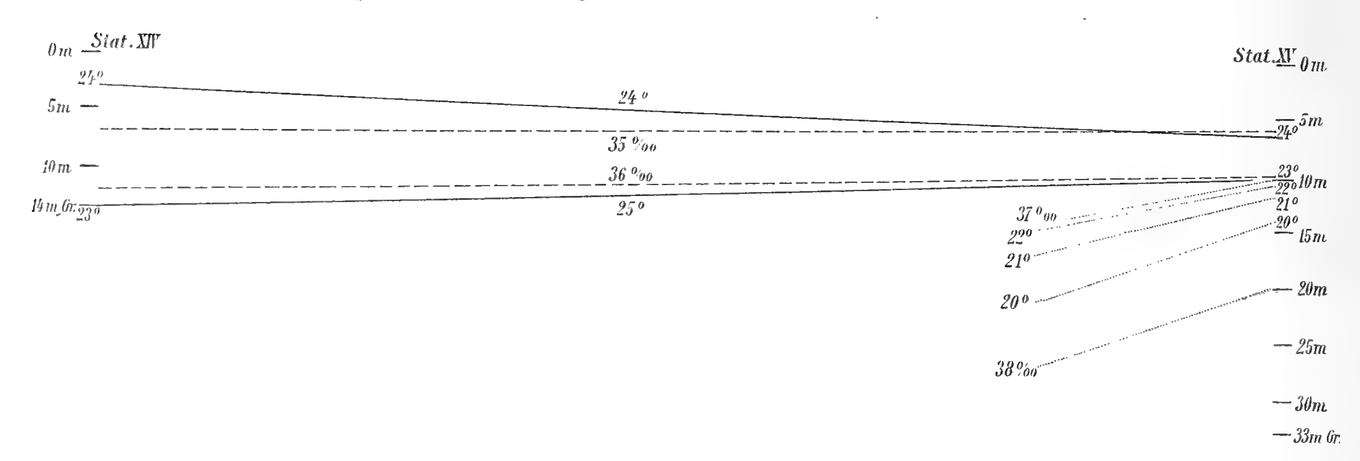
Der Mittelwasserstand stieg in Pola vom 17. auf den 18. Juli um 17 *cm*, vom 18. auf den 19. Juli noch um 7 *cm*.

Die Verhältnisse an dieser Station stehen ganz unter dem Zeichen trüben, stürmischen Wetters. Der Nordsturm vom 16. auf den 17. Juli trieb so viel Wasser aus den nördlichen Teilen des Golfes bis an die istrische Küste, daß die großen normalen Oberflächen Differenzen zwischen dem in den Golf eintretenden salzreichen, warmen und dem rückkehrenden salzarmen, kälteren Strom (vergl. p. 29, Anm.) fast gänzlich verwischt wurden und hier bei Pirano kaum ein höherer Salzgehalt als vor Grado herrschte. Ein Vergleich der beiden Stationen (XIV und XV) zeigt eine vollständige Bestätigung der von E. M. Wedderburn[1] aufgestellten, durch Experiment und Beispiele gestützten Sätze über die Einwirkung konstanter Winde auf die Ausbildung der Sprungschichte. Nach ihm wird durch einen über ein Wasserbecken hinstreichenden Wind an der Luvseite die Sprungschichte verschärft, indem dort Oberflächenwasser aufgestaut wird, so daß oberhalb der Sprungschichte eine abwärts, unterhalb derselben eine aufwärts gerichtete Vertikalzirkulation[2] entsteht. Dadurch wird aber die Schichtung an der Sprungschichte verschärft, in der Ober- und Unterschichte vermindert. Ganz die entgegengesetzte Wirkung hat der Wind an der Leeseite. Hier erzeugt er oberhalb der Sprungschichte eine gegen die Oberfläche, unterhalb eine gegen den Boden

Tabelle 14. **Temperatur- und Salzgehaltsänderung mit der Tiefe an Station XV** (Nr. 3, Juli 1808).

Tiefenintervall	Temperaturabnahme					Salzgehaltszunahme in ‰				
	Mittlere Abnahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung	Mittlere Zunahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung
	für die angeg. Tiefenintervalle	pro *m*				für die angeg. Tiefenintervalle	pro *m*			
0—5 *m*	—0·07	—0·01	±0·0	—0·1	0·04	0·04	0·01	0·39	—0·09	0·08
5—10 *m*	1·13	0·23	2·0	0·2	0·33	1·22	0·24	1·59	1·00	0·14
10—11 *m*	1·81	1·81	2·7	0·9	0·39	0·91	0·91	1·64	0·04	0·35
11—15 *m*	1·72	0·43	3·0	0·4	0·57	0·89	0·22	1·80	0·29	0·40
15—20 *m*	0·13	0·03	0·3	±0·0	0·09	0·05	0·01	0·14	—0·05	0·05
20—33 *m* Gr.	0·22	0·02	0·4	±0·0	0·07	—0·01	±0·00	0·18	—0·17	0·08
0—10 *m*	1·06	0·11	1·9	0·1	0·34	1·26	0·13	1·54	1·03	0·15
10—15 *m*	3·53	0·71	4·5	2·9	0·37	1·80	0·36	2·16	1·43	0·22
10—20 *m*	3·66	0·37	4·5	3·1	0·36	1·85	0·19	2·28	1·42	0·23

Die Temperatur- und Salzgehaltsflächen zwischen Station XIV und XV.



gerichtete Vertikalzirkulation, wodurch hier die Ausprägung der Sprungschichte gemildert wird. Das Endresultat wird sein, daß die Temperaturflächen gegen die Luvseite konvergieren. Das trifft nun, wie ein Vergleich der Tabellen 11 und 14 und ein Blick auf das beigegebene Diagramm zeigt, bei unseren beiden

[1] An Experimental Investigation etc.

[2] Vgl. die Ausführungen, p. 20.

Stationen ausgezeichnet zu. Viel schärfer als bei Grado, wenn man dort überhaupt von einer Sprungschichte reden kann, ist hier die Sprungschichte entwickelt. Man kann sie unter Benützung der in jeder vierten Stunde angestellten Beobachtungen in 8, 9, 12 und 13 *m* Tiefe sehr gut abgrenzen. Die Mittel aus diesen Beobachtungen können ohne weiteres mit den aus stündlichen Beobachtungen gewonnenen Mitteln der übrigen Tiefen verglichen werden, da sie nur unbedeutend von wahren Mitteln abweichen.[1] Während die Temperatur von der Oberfläche bis 8 *m* bloß um 0·27°, und von 15 bis 33° nur um 0·35° abnimmt, fällt sie zwischen 8 und 15 *m* um 4·32°, wovon 1·81° auf die Abnahme zwischen 10 und 11 *m* entfallen. Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Salzgehalt. Zwischen 0 und 5 *m* und von 15 *m* bis zum Grund breitet sich je eine homohaline Schichte aus, dazwischen (5 bis 15 *m*) aber nimmt der Salzgehalt um 1·37‰ und bloß von 10 bis 11 *m* um 0·91‰ zu. Da nun während der ganzen Beobachtungszeit heftige südöstliche, für unseren Beobachtungspunkt also ablandige Winde herrschen, so muß man erwarten, daß die Ausprägung der Schichtung im Laufe der 24 Stunden wieder schwächer wird. Und das ergibt sich in der Tat bei einem Vergleich der Temperaturwerte zu Beginn und am Schlusse der Beobachtung. Von der Oberfläche bis zu 8 *m*, also oberhalb der Sprungschichte, sind alle Temperaturen gefallen, unterhalb aber alle gestiegen. Die Veränderungen sind am größten nahe der Sprungschichte, wo sich der Temperaturunterschied zwischen 10 und 11 *m* um zirka 1·0° vermindert. Ebenso fällt die Salzgehaltsdifferenz hier um 0·70‰. In größerer Tiefe läßt sich allerdings keine Salzgehaltsabnahme nachweisen. Das ließe sich vielleicht damit erklären, daß infolge des großen Luftdrucküberschusses über der südlichen Adria und der andauernden südöstlichen Winde in der Tiefe eine nicht unbeträchtliche Einfuhr salzreicheren Wassers stattgefunden haben dürfte.[2]

Wir finden hier die aus Experimenten hergeleiteten Ergebnisse von E. M. Wedderburn und J. Sandström über die Strömungssystemei n einer geschichteten Wassermasse bestätigt. Vergleichen wir die Verhältnisse an diesen und den vorher behandelten Stationen, so ergibt sich, daß ein mehrfaches Zirkulationssystem dann zur deutlichen Entwicklung gelangt, wenn jede der übereinanderlagernden Wassermassen eine nahezu homodense Schichte vorstellt. Es wird daher ein konstant wehender Wind ein solches Strömungssystem besonders dann hervorrufen, wenn schon vorher eine Zeit stärkerer Luftbewegung war, die zur Bildung einer gleichförmigen Deckschichte und einer scharfen Sprungschichte führte. Solche Verhältnisse (in sich homogene Schichten) liegen auch den Experimenten der genannten Forscher zugrunde. Es ist daher auch begreiflich, warum unsere Land- und Seewinde in der Regel kein solches System erzeugten. Denn sie wehen regelmäßig nur in Zeiten schöner Witterung. Diese begünstigt nun allerdings die Entwicklung einer raschen Dichtezunahme mit der Tiefe. Aber die Zunahme beschränkt sich dann nicht wie nach stürmischem Wetter fast ausschließlich auf eine oder zwei Grenzflächen, sondern sie ist, wenn auch nicht gleichmäßig, auf das ganze Tiefenprofil verteilt. Eine Wassermasse mit mehr kontinuierlicher Zunahme scheint sich in bezug auf Windwirkung ähnlich wie eine homogene Wasserschichte zu verhalten.

Wenden wir nun unsere Aufmerksamkeit den Einzelheiten des Temperatur- und Salzgehaltsganges in den verschiedenen Tiefen zu. — Oberfläche und 5 *m* Tiefe zeigen einen außerordentlich einförmigen Verlauf der Temperatur. Fast unmerkbar ist der Temperaturanstieg bis ungefähr 6^h p., worauf mit auffrischendem Südost ein etwas stärkeres Absinken erfolgt, das offenbar nicht nur auf die dargelegte Windwirkung sondern teilweise auch auf Ausstrahlung zurückzuführen ist. Das ersieht man daraus, daß gerade um diese Zeit die Temperatur an der Oberfläche merklich niedriger als in 5 *m* Tiefe ist. Da sie aber überhaupt nur einmal im Laufe der Beobachtung über die Temperatur in 5 *m* Tiefe steigt, so muß während

---

1 Man erhält als Mittel der Beobachtungen um 8^h 30 a., 12^h 30 p., 4^h 30 p., 8^h 30 p., 4^h 30 a., 7^h 30 a. (bei den zur ganzen Stunde angestellten Beobachtungen wurden die Werte für die halbe Stunde interpoliert) folgende Temperaturen: 0 *m*: 24·14°; 5 *m* 24·18°; 8 *m* 23·87°; 9 *m* 23·26°; 10 *m* 23·14°; 11 *m* 21·39°; 12 *m* 20·94°; 13 *m* 20·35°(?); 15 *m* 19·55°; 20 *m* 19·38°; 33 *m* 19·20°.

2 Vgl. die Eingangs gemachten Angaben über das Ansteigen des Wasserstandes in Pola.

der ganzen Zeit — wie bei ganz bewölktem Himmel zu erwarten — die Ausstrahlung die Einstrahlung überwiegen. Die Temperaturamplitude ist infolge des kräftigen Seeganges in der ganzen Schichte gleich groß und beträgt bloß 0·5°. Fast ebenso einförmig ist der Temperaturgang unterhalb 13 *m* Tiefe. Außerordentlich bewegt ist dagegen der Gang der Temperatur zwischen 9 und 12 *m* Tiefe, vor allem aber bei 11 *m*. Hier erhebt sich die Temperatur zweimal zu einer solchen Höhe und sinkt dann wieder so tief zurück, daß die Tagesschwankung 3·2°, also den $6^1/_2$ fachen Betrag der Oberflächenschwankung erreicht. Die Temperaturbewegung ist in der ganzen Schichte vollkommen gleichsinnig und der Bewegung des Salzgehaltes, die sich mit abnehmender Amplitude bis zur Oberfläche und zum Grunde verfolgen läßt, genau entgegengesetzt. Die Periode der Erscheinung beträgt 8 bis 10^h, so daß die Heranziehung von Seiches zur Erklärung nicht tunlich ist, da deren Periode für den Golf und die hier gegebenen Dichteverhältnisse, wie oben gezeigt, vier Tage beträgt. Dagegen spricht auch, daß wir diese Wellen, die bisher bei keiner Beobachtung fehlten, hier mit einer ungewöhnlich großen Amplitude entwickelt sehen. Wir würden uns aber hier nahe dem Schwingungsknoten (Linie Salvore-Grado) befinden, ganz abgesehen davon, daß nach Wedderburn eine schon vorhandene stehende Welle durch kräftige Winde sehr gedämpft wird. Aber gerade die ungewöhnliche Entwicklung an dem stürmischen Beobachtungstage beweist, daß eine Beziehung zu den herrschenden Südostwinden vorhanden sein muß. Und das bestätigen auch meine Strömungsbeobachtungen (vergl. Tabelle XV). Diese Südostwinde treiben das Wasser der Oberschichte aus dem Golfe hinaus, aber bei Fallendwasser greift diese Strömung sehr tief, sicher bis 20 *m*. Darunter dringt — wofür ich jedoch keine ganz einwandfreien Beobachtungen besitze — ein durch die Luftdruckverteilung sehr begünstigter Unterstrom ein, der bei Steigendwasser bis zu zirka 11 *m* unter der Oberfläche anschwillt (Strömungsbeobachtungen von 12^h m.). Wir besitzen demnach hier zwei in nahezu entgegengesetzter Richtung sich bewegende Wasserschichten, die gegenüber den normalen Verhältnissen sehr beträchtliche Geschwindigkeiten besitzen müssen. Es sind damit die Bedingungen für die Ausbildung Helmholtz'scher Wellen gegeben. Ebenso wie bei Station V trifft das erste Wellental mit der Flutperiode zusammen, was umso auffälliger ist, als am Tage vor Beginn der Beobachtung schönes ruhiges Wetter herrschte, so daß anzunehmen ist, daß die Wellen erst am Beobachtungstage zur Ausbildung kamen oder mindestens beträchtlich verstärkt wurden. Aber das zweite Wellental fällt bereits näher an Niedrig- als an Hochwasser und man sieht daher, mit welcher Vorsicht man zu Werke gehen muß, wenn man aus solchen gelegentlich beobachteten Koinzidenzen Schlüsse ziehen will. Die vorliegende Beobachtung spricht jedenfalls nicht für besonders innige Beziehungen zu den Gezeiten, obgleich natürlich bei so stürmischem Wetter bedeutende Modifikationen entstehen und die Einwirkungen der Gezeiten gegenüber den oben dargelegten Strömungsverhältnissen zurücktreten können.

Die Beziehungen zwischen Luft- und Wassertemperatur stehen ebenfalls unter dem Einflusse hoher Bewölkung und stürmischer Winde. Den ganzen Tag über ist die Lufttemperatur niedriger als die Wassertemperatur, im Mittel um 1·9°. Während die Amplitude der letzteren außerordentlich gering ist, ist die Amplitude der Lufttemperatur unverhältnismäßig groß (5·1°) und nicht viel kleiner als in Triest (5·6°). Die stürmischen Winde von 8^h p. an bewirken diese Unterschiede. Da bereits die Sturmnacht vom 16. auf den 17. Juli eine mächtige homotherme Deckschichte geschaffen hatte, konnte der Sturm am Beobachtungstage keine wesentliche Abkühlung der Wasseroberfläche hervorrufen. Anders natürlich in der Luft und so sinkt die Temperatur der Wasseroberfläche von 8^h p. bis 5^h a. bloß um 0·35, die Temperatur der Luft aber um 4·3°.

6. Station VII (Nr. 22 des Oktober 1905).

(Vergl. Tabelle VII.)

Position: 45°25′ 52″ nördlicher Breite; 13°29′ 37″ östlicher Länge v. Gr. (2 *km* westlich des Kirchturms von Umago, nahe bei Station V. — Wassertiefe: 30 *m*.

Beobachtungszeit: 1905, 8. Oktober 7^h a. m. bis 4^h p. m.

Witterungsverhältnisse: Vom 6. bis 8./X. nahm der Luftdruck über der ganzen Adria um 7 bis 8 *mm* zu. Zur Beobachtungszeit selbst war der Luftdruck im Norden nur zirka 4 *mm* niedriger als über der übrigen Adria, daher nachmittags die lebhaften Südwinde einsetzten, die zum Abbrechen der Beobachtung nötigten. Die Bewölkung war fast 10.

Gezeiten: Hochwasser: 6^h a. (47 *cm*). Niedrigwasser: 1^h 30′ p. m. (92 *cm*).

(Triest.)

Reduktion auf den Beobachtungsort: — 25 Minuten.

Diese leider nur 10 Stunden umfassende Beobachtung soll uns nur kurz beschäftigen, zumal infolge zunehmenden Seeganges nur vier Salzgehaltsreihen gewonnen werden konnten.

Interessant ist, wie Tabelle 15 zeigt, ein Vergleich mit den an dieser Stelle anfangs August gewonnenen Temperatur- und Salzgehaltswerten. Die Temperatur hat seit August an der Oberfläche um fast 7° abgenommen. In 20 *m* Tiefe ist aber keine Differenz vorhanden. Durch Seegang, Strömungen, Vertikalzirkulation und unterseeische Wellen ist bei gleichzeitiger Abkühlung der Oberfläche durch Über-

Tabelle 15. **Änderung der Temperatur und des Salzgehaltes an der Westküste Istriens von August bis Oktober 1905.**

Tiefe	Temperatur		Differenz	Salzgehalt		Differenz
	31./VII. bis 1./VIII.	8./II.		31./VII. bis 1./VIII.	8./II.	
0 *m*	26·4	19·6	−6·8	33·7	36·2	+2·5
5 *m*	25·2	19·7	−5·5	36·2	36·2	±0·0
10 *m*	24·2	19·6	−4·6	37·7	36·4	−1·3
15 *m*	22·4	19·6	−2·8	37·6	36·3	−1·3
20 *m*	20·0	20·0	±0·0	38·1	37·1	−1·0
30—37 *m* Gr.	19·7	19·5	−0·2	38·2	37·7	−0·5

wiegen der Ausstrahlung allmählich eine homotherme und homohaline über 15 *m* hinabreichende Deckschichte entstanden, deren Temperatur nun auch durch Konvektionsströmungen erniedrigt werden kann.

Daß an dieser Ausgleichung in erster Linie Mischung der Wasserschichten Schuld ist, zeigt sowohl die rasche Abnahme der Temperaturdifferenzen zwischen August und Oktober in der Tiefe der sommerlichen Sprungschichte (15 *m*) als auch die Zunahme des Salzgehaltes an der Oberfläche und die Abnahme in der Tiefe. Wir sehen also immer wieder, daß Bewegungsvorgänge der mannigfaltigsten Art für die Verteilung der Wärme innerhalb der Wassermasse maßgebend sind und daneben Leitung, Einstrahlung und Ausstrahlung eine verschwindende Rolle spielen. Da in 20 *m* Tiefe die Temperatur seit August nicht gesunken ist, muß die Temperaturabnahme am Grund ebenfalls durch Bewegungs vorgänge erklärt werden. Der in der Tiefe vordringende Küstenstrom bringt ebenfalls bereits etwas kühleres und infolge der Herbstregen über der südlichen Adria auch bedeutend salzärmeres Wasser. Die gegenüber 10 *m* und der Oberfläche etwas höhere Temperatur in 5 *m* Tiefe deutet auf vermehrte Wärmezufuhr in einer der Beobachtung vorausgehenden Periode schöner Witterung. Auffallend, aber für mich nicht erklärbar, ist die in beiden Beobachtungen wahrnehmbare schwache Salzgehaltsabnahme in 15 *m* Tiefe.

Überraschend ist der Gang des Salzgehaltes. Nahezu parallel sind die Änderungen an der Oberfläche, in 15 *m* Tiefe und am Grund (30 *m*). Ihnen entgegengesetzt aber untereinander gleichsinnig sind die Änderungen in 5 bis 10 und 20 *m*.[1] Man müßte zur Erklärung eine ganze Reihe von Strömungs-

[1] Am deutlichsten ausgesprochen sind sie in der Tiefe, wo die Salzgehaltsdifferenzen am größten sind. In der Temperatur sind sie dagegen infolge der geringen vertikalen Unterschiede nicht sicher nachweisbar.

systemen oder unterseeischen Wellen heranziehen, deren Auftreten bei den geringen Dichteunterschieden umso auffallender wäre. So haben zum Beispiel die Schwankungen an der Oberfläche und in 5 *m* Tiefe entgegengesetzte Tendenz, obwohl gar kein Dichtungsunterschied in dieser Schichte existiert. Andrerseits sinkt in 5 und 10 *m* Tiefe um 9^h vormittags der Salzgehalt sogar unter den der Oberflächehinab, wofür die Annahme eines Zirkulations- und Wellensystems überhaupt nicht mehr ausreicht. Es scheint mir aber die Zahl der Beobachtungen zu gering, um bei diesen schwer erklärbaren Erscheinungen noch länger zu verweilen.

Es soll nur noch darauf hingewiesen werden, daß die Lufttemperatur, trotzdem die Beobachtung größtenteils auf die wärmere Tageszeit entfällt, um 4·3° kühler als die Wasseroberfläche ist, und zwar sowohl infolge der rascheren herbstlichen Abkühlung der Luft gegenüber dem Meere als auch, wie wir schon früher gesehen haben, infolge der starken Bewölkung. 8^h a. betrug die Differenz sogar 5·4 — in diesem Falle trotz der hohen Bewölkung der vorausgegangenen Nacht.

7. Station VIII (Nr. 12 des Jänner 1906).

(Vergl. Tabelle VIII.)

Position: 45° 32′ 20″ nördlicher Breite; 13° 34′ östlicher Länge v. Gr. (1000 *m* nördlich des Kirchturms von Pirano); Wassertiefe 24·5 *m*.

Beobachtungszeit: 1906, 4. Jänner 7^h a. m. bis 7^h p. m.

Witterungsverhältnisse: Über der Adria herrscht gleichmäßiger, hoher Luftdruck. Es sind Land- und Seewind, aber nur ganz schwach, entwickelt. Die Bewölkung ist während der ganzen Beobachtungszeit 10.

Gezeiten: Niedrigwasser 12^h m. (80 *cm*). Die Differenz gegen Hochwasser beträgt 45 *cm*. (Pola.)

Reduktion auf den Beobachtungsort + $0·6^h$.

Mit dieser Beobachtung beginnen wir die Betrachtung winterlicher Verhältnisse. Bereits im Herbst machte sich infolge durchgreifender Mischung der Wassermassen eine so bedeutende Abschwächung der Salzgehaltsschichtung bemerkbar, daß bei Umago die Differenz zwischen Oberfläche und Grund von 4·5‰ anfangs August, auf 1·5‰ anfangs Oktober fiel. Dabei trat zugleich infolge der herbstlichen Regengüsse eine Verminderung des Salzgehaltes überhaupt ein. Während ersterer Prozeß sich im Laufe des Winters fortsetzt, so daß obige Differenz bei Pirano anfangs Jänner 1905 auf 0·25‰ (vergl. Tabelle 16) und anfangs Februar (Station XII) sogar auf 0·14‰ sank (Tabelle 17), nimmt dagegen in dieser Jahreszeit der Salzgehalt wieder zu, da die Niederschläge über der Adria nur sehr gering sind und der Wasser-

Tabelle 16. **Temperatur- und Salzgehaltsänderung mit der Tiefe an Station VIII** (Nr. 12, Jänner 1906).

Tiefenintervall	Temperaturabnahme					Salzgehaltszunahme in ‰				
	Mittlere Abnahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung	Mittlere Zunahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung
	für die angeg. Tiefenintervalle	pro *m*				für die angeg. Tiefenintervalle	pro *m*			
0—5 *m*	0·05	0·01	0·12	0·02	0·03	—0·05	—0·01	0·06	—0·11	0·05
5—10 *m*	—0·03	—0·01	0·12	—0·10	0·05	±0·00	±0·00	0·07	—0·07	0·04
10—17·5	0·06	0·01	0·15	—0·02	0·04	0·15	0·01	0·23	0·05	0·05
17·5—24·5 *m* Gr.	0·03	0·005	0·24	—0·12	0·08	0·10	0·01	0·18	0·01	0·05
0—10 *m*	0·03	±0·00	0·14	—0·04	0·05	—0·05	—0·005	0·13	—0·09	0·03
10 *m* — Gr.	0·08	0·005	0·24	—0·06	0·09	0·25	0·02	0·39	0·19	0·06

stand der Alpenflüsse sein Minimum erreicht. Das Bankwasser nimmt nur mehr einen schmalen, nördlichen Küstensaum ein und im südlichen Teil des Golfes tritt das adriatische Wasser an die Oberfläche und erreicht hier im Februar bis über $38^0/_{00}$. Die Verdunstung ist auch im Winter infolge der großen Häufigkeit der trockenen, kräftigen Bora sehr bedeutend,[1] so daß auch dieser Umstand mitwirkt, die Gleichförmigkeit zu erhöhen. Damit ist nahezu völlige Homothermie verbunden, da bei den geringen Dichtenunterschieden sich jede Abkühlung bis zum Boden fühlbar machen kann. Die Temperaturunterschiede in vertikaler Richtung, die im Sommer fast 7° und im Herbste immerhin noch 0·5° betrugen, haben sich im Jänner auf 0·1° vermindert und betragen auch im Februar (XII) nur 0·2°. Dabei sinkt die Temperatur bis in den Februar (7·9°).

Diese Gleichförmigkeit bedingt aber auch einen typischen Gegensatz zum sommerlichen Gang von Temperatur und Salzgehalt. Nur äußerst gering sind die Schwankungen im Laufe des Tages und die Temperaturamplitude erreicht in keiner Tiefe 0·3°, die Salzgehaltsamplitude nicht einmal $0{\cdot}25^0/_{00}$. Doch scheinen trotz alledem vertikale Bewegungserscheinungen zu existieren. Denn durch die ganze Wassersäule macht sich bis 11^h a. ein Ansteigen, von da ab ein Fallen der Temperatur bemerkbar.[2] Unter Vergleich mit den Salzgehaltswerten, bei denen infolge der geringen Unterschiede die Beobachtungsfehler schon sehr störend wirken, gelangt man zum Eindrucke, daß die Bewegungen in der Tiefe (10 *m*-Grund) im entgegengesetzten Sinne wie in der Oberschichte von statten gehen und daß in der ersten Hälfte der Beobachtung die Bewegung in der Oberschichte nach aufwärts, in der zweiten Hälfte (ab 11 bis 12^h) abwärts gerichtet ist. Diese Erscheinungen könnten mit dem geringen Dichtesprung bei 10 *m* Tiefe und den Winden in Zusammenhang gebracht werden, doch sollen in Anbetracht der Unsicherheit der Salzgehaltsabweichungen und der Kürze der Beobachtungen keine weiteren Schlüsse gezogen werden.

Interessant ist noch ein Blick auf die Beziehungen zwischen Luft- und Wassertemperatur. Die Lufttemperatur liegt 3·9° unter der Wassertemperatur und in bloß 2 *m* Höhe steigert sich dieser Unterschied bereits auf 4·2°. Darin sowie in dem Umstande, daß die Amplitude unmittelbar oberhalb der Wasseroberfläche nur 0·8, in 2 *m* Höhe aber bereits 1·2 beträgt, zeigt sich deutlich der winterlich erwärmende und ausgleichende Einfluß des Meeres.

8. Station XII (Nr. 3 des Februar 1908).

(Vergl. Tabelle XII.)

Position: 45° 32′ 20″ nördlicher Breite; 13° 34′ östlicher Länge v. Gr. (1000 *m* nördlich des Kirchturms von Pirano); Wassertiefe 24·5 *m*.

Beobachtungszeit: 1908, 8. Februar 7^h a. m. bis 9. Februar 7^h a. m.

Witterungsverhältnisse: Am 8. Februar morgens liegt ein sekundäres Luftdruckminimum über dem Nordwestbecken des Mittelmeeres, das bis zum Morgen des 9. Februar bis in die nördliche Adria vorgerückt ist. Daraus erklärt sich, daß am 8./II. bis 3^h p. am Beobachtungsorte östliche Winde auftreten und diese dann bis 10^h p. nach West drehen. Doch sind diese Winde infolge des geringen Gradienten nur schwach. Der Wasserstand steigt in Pola im Tagesmittel um 4 *cm*. Die Bewölkung beträgt 5·5.

Gezeiten: Hochwasser: 8./II. 12^h m. (74 *cm*). Niedrigwasser: 8./II. $8^1/_2{}^h$ a. (72 *cm*).
» 9./II. 2^h a. (105 *cm*) » 8./II. 6^h p. (63 *cm*).
(Pola.)

Reduktion auf den Beobachtungsort + $0{\cdot}6^h$.

---

[1] E. Mazelle, Verdunstung des Meerwassers und des Süßwassers: Sitzb. kais. Akad. Wiss., Wien, mathem.-naturw. Kl., Abt. II*a*, Bd. CXVII (1898).

[2] Die Abweichung der ganzen Wassersäule von ihrer Mitteltemperatur beträgt 7^h a.: − 0·05°, 11^h a.: + 0·11°, 7^h p. −0·09°.

Schon bei der Besprechung der vorhergehenden Beobachtung wurde erwähnt, daß die vertikalen Temperatur- und Salzgehaltsdifferenzen auch an dieser Februarstation sehr gering seien. Doch bieten sie manche interessante Erscheinung. Bei Beginn der Beobachtung herrschte als Ergebnis einer wolkenlosen Nacht volle Homothermie. Mit wachsendem Tage beginnt die Temperatur an der Oberfläche in Anbetracht

Tabelle 17. **Temperatur- und Salzgehaltsänderung mit der Tiefe an Station XII** (Nr. 3, Februar 1908).

Tiefenintervall	Temperaturabnahme					Salzgehaltszunahme in $^0/_{00}$				
	Mittlere Abnahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung	Mittlere Zunahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung
	für die angeg. Tiefen-intervalle	pro *m*				für die angeg. Tiefen-intervalle	pro *m*			
0—10 *m*	0·16	0·015	0·92	—0·31	0·30	0·09	0·01	0·31	—0·23	0·12
10—24·5 *m* Gr.	0·07	0·005	0·24	—0·03	0·06	0·04	±0·00	0·55	—0·27	0·11

der teilweisen Verschleierung der tiefstehenden Sonne relativ rasch zu steigen (um 1° von 8^h a. bis 4^h p.), erreicht um 4^h p. das Maximum und die Schichtung ist von 8^h a. bis $9^1/_2{}^h$ p. anotherm. Dann aber sinkt die Oberflächentemperatur infolge nächtlicher Ausstrahlung trotz hoher Bewölkung selbst unter die Temperatur des Bodenwassers herab und die Schichtung wird mesotherm. Der Salzgehalt, bei dem wir uns im Hinblick auf die allerdings nicht großen aber unregelmäßigen Schwankungen in den einzelnen Tiefen auf eine Besprechung des Mittelwertes für die ganze Wassermasse beschränken, nimmt im allgemeinen im Laufe der Beobachtung ab, und zwar von 8^h a. bis 3^h a. um $0·25^0/_{00}$. Es steht dies offenbar in Beziehung zu den Strömungsverhältnissen. Denn wie meine, allerdings mit wenigen Ausnahmen auf 10 *m* Tiefe beschränkten Strömungsbeobachtungen zeigen, besteht während des größten Teiles der Beobachtungszeit eine, zeitweise sogar sehr lebhafte, aus dem Golfe hinaus (genau Nord 248°) gerichtete

Tabelle 18. **Abweichung der Stundenwerte des Salzgehaltes vom Tagesmittel. Stat. XII.**

7^h a.	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h p.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	
+0·07	+·12	+·135	+·09	+·09	+·14	+·09	+·065	+·045	—·08	±·00	—·04	
7^h p.	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h
—·015	+·06	—·05	—·04	—·01	—·09	—·07	—·05	—·10	—·10	—·10	—·07	—·05

Strömung, die nur während des Anstieges zur Hauptflut durch mehrere Stunden (10^h p. bis 1^h a.) durch eine östlichsetzende Wasserbewegung unterbrochen ist.

Im einzelnen zeigen Temperatur- und Salzgehaltsgang manche Beziehungen zu den Windverhältnissen, die besonders während der beiden Landwindperioden gut verfolgbar sind. Die erste Periode setzt vor 5^h p. ein und damit beginnt die Temperatur der stark aber seicht angewärmten Oberfläche rasch zu fallen (in 2 Stunden um 0·64°); aber auch in 10 *m* Tiefe und am Grund sinkt die Temperatur beim Auffrischen des Landwindes um 8^h p. während der allgemeine Abfall des Salzgehaltes während dieser Zeit fast ganz gehemmt erscheint. Noch deutlicher machen sich die mit dem Landwinde verbundenen Auftriebserscheinungen in der zweiten Periode, die lebhaftere Winde auszeichnen, geltend. Um 4^h a. tritt Südwind ein und gleichzeitig hebt sich die durch Ausstrahlung erkaltete Oberflächentemperatur um 0·3° (3^h a. bis 4^h a.). Aber selbst die Temperatur in 10 *m* steigt noch, denn die wärmste Schichte liegt offenbar um diese Tageszeit noch tiefer, und nur die Temperatur des Grundwassers sinkt jetzt bei Landwind, da nur sie (in

den tieferen Partien des Golfes) von kälterem Wasser unterlagert ist. In derselben Zeit steigt dagegen, wie zu erwarten, der Salzgehalt der Wassersäule. Die erste Seewindperiode führt eine deutliche Erhöhung der Temperatur herbei, während ein Sinken des Salzgehaltes nicht nachweisbar ist. Daß der starke Temperaturanstieg in 10 *m* Tiefe von 8^h bis 11^h a. (0·3°) nicht auf Sonnenstrahlung zurückzuführen sei, ergibt sich in Bestätigung unserer früheren Ergebnisse aus den um 4^h p., zur Zeit des Temperaturmaximums an der Oberfläche, angestellten Temperaturmessungen bis 5 *m* Tiefe (vergl. Tabelle XII). Darnach beträgt der Temperaturanstieg seit 8^h a. an der Oberfläche 1·1°, in 0·5 *m* 0·8°, in 1 *m* 0·5° und in 5 *m* 0·3°, so daß es also nicht möglich ist, daß in 10 *m* derselbe Betrag, der überdies größtenteils durch Windwirkung verursacht ist, bereits um 11^h a. erreicht wird. In der zweiten Seewindperiode (10^h p. bis 3^h a.) fällt der Salzgehalt und steigt die Temperatur mit Ausnahme der Oberfläche, da dadurch die weitere Ausstrahlung nicht beeinträchtigt wird. Aber immerhin ist unter solchen Umständen der Temperaturanstieg in 10 *m* Tiefe nur erklärlich, wenn man annimmt, daß die wärmste Schichte noch zwischen 0 *m* und 10 *m* liegt und erst gegen Beginn des Landwindes durch Tiefergreifen der Konvektion unter 10 *m* hinabsinkt. Vielleicht ließe sich unter Bezugnahme auf das Gezeitenphänomen der Temperatur- und Salzgehaltsgang dieser Stunden befriedigender erklären.

Die Beziehungen zwischen Luft- und Wassertemperatur sind, in Anbetracht der Jahreszeit, nicht ganz normal, denn die Luft ist im Mittel bloß um 0·4° kühler als das Wasser. Die Ursache liegt einerseits in der relativ kräftigen Sonnenwirkung in den Nachmittagsstunden, so daß nicht nur die Amplitude der Wassertemperatur einen verhältnismäßig hohen Wert aufweist (1·3° gegenüber 2·8° für die Luft) sondern sich die Luft zwischen $2^1/_2{}^h$ p. bis $7^1/_2{}^h$ p. sogar etwas über die Wasssertemperatur erhebt, andrerseits in dem Auftreten südlicher Winde, welche die Temperatur der Luft erhöhen, während gleichzeitig eine starke nächtliche Bewölkung sie vor Ausstrahlung schützt.

9. Station IX (Nr. 8 des März 1906).

(Vergl. Tabelle IX.)

Position: 45° 32′ 20″ nördlicher Breite, 13° 34′ 20″ östlicher Länge v. Gr. (1000 *m* nördlich des Kirchturms von Pirano), Wassertiefe 27 *m*.

Beobachtungszeit: 1906, 15./III. 7^h a. m. bis 16./III. 7^h a. m.

Witterungsverhältnisse: Der Luftdruck ist über der Adria hoch, ziemlich gleichmäßig verteilt und steigt während der Beobachtungszeit um zirka 3 *mm*. Dementsprechend zeigt die Beobachtung viele Windstillen und der Wasserstand in der Adria sinkt (vom 12. bis 16./III. in Pola um 24 *cm*). Die Bewölkung ist gering.

Gezeiten: Hochwasser: 15./III. 2^h p. (101 *cm*). Niedrigwasser: 15./III. 6^h a. (55 *cm*).
» 15./III. 11^h p. (102 *cm*). » 15./III. $5^1/_2{}^h$ p. (93 *cm*).
» 16./III. $6^1/_2{}^h$ a. (68 *cm*).

(Pola.)

Reduktion auf den Beobachtungsort: $+0\cdot6^h$.

Das herannahende Frühjahr macht sich in unserer Beobachtung noch nicht geltend. Vergleicht man sie mit Beobachtungen vom Jahresbeginn, so zeigt sich ein nur unbedeutendes Fallen des Salzgehaltes und in der Temperatur sogar ein Sinken um fast 1°. Und ebenso ist die vertikale Verteilung (Tabelle 19) noch sehr gleichförmig. Von der Oberfläche bis zum Grunde nimmt die Temperatur nur um 0·33° ab und steigt der Salzgehalt bloß um 0·39‰.

Die Wassersäule unterhalb 20 *m* ist homotherm und homohalin. Diese Beobachtung aus der Mitte des März repräsentiert also typische Winterverhältnisse. Obwohl daher auch die Veränderungen innerhalb eines Tages nur kleine Amplituden haben (Tabelle IX), so lassen sich doch eine ganze Reihe interessanter Vorgänge nachweisen.

Tabelle 19. **Temperatur- und Salzgehaltsänderung mit der Tiefe an Station IX** (Nr. 8, März 1906).

Tiefenintervall	Temperaturabnahme					Salzgehaltszunahme in $^0/_{00}$				
	Mittlere Abnahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung	Mittlere Zunahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung
	für die angeg. Tiefenintervalle	pro *m*				für die angeg. Tiefenintervalle	pro *m*			
0—10 *m*	0·09	0·01	0·34	—0·20	0·10	0·24	0·02	0·63	0·06	0·10
10—15 *m*	0·13	0·03	0·32	0·02	0·06	—	—	—	—	—
15—20 *m*	0·10	0·02	0·16	0·04	0·03	—	—	—	—	—
20—28 *m* Gr.	0·00	0·00	0·16	—0·11	0·05	0·03	0·005	0·31	—0·15	0·10
10—20 *m*	0·23	0·02	0·46	0·02	0·08	0·13	0·01	0·38	—0·02	0·09

Die Oberflächentemperatur, die ihr Maximum um 3^h p. und ihr Minimum zwischen 5^h und 6^h a erreicht, steht vorwiegend unter dem Einflusse der Ein- und Ausstrahlung. Letztere bewirkt, daß be: Beobachtungsbeginn nach einer sternklaren Nacht mesotherme Schichtung eingetreten und die Temperatur an der Oberfläche ebenso kühl wie am Grunde ist. In der folgenden Nacht schützt dagegen steigende Bewölkung die Oberfläche vor so starker Erkaltung und die Schichtung wird, wenigstens in bezug auf die Messungen in 10 *m* Tiefe, homotherm. Verlockend scheint es auch, den starken Temperaturanstieg in 10 *m* Tiefe von 9^h a. an durch Einstrahlung zu erklären, wie es für gleiche Tiefen ja oft geschehen ist Doch wir haben gesehen, daß die Wirkung der Einstrahlung schon in geringeren Tiefen ganz unbedeutend wird und glauben diese beträchtliche Erhöhung durch einen Summationseffekt von anderen Vorgängen erklären zu können.

Bilden wir zu diesem Zwecke aus den von der Sonnenstrahlung keinesfalls mehr beeinflußten Beobachtungen in 15 bis 27 *m*, Stundenmitteln (Tabelle 20) nach der Kombination $(5a + 6d + 4c) : 15$, so ergibt sich, daß die Temperatur dieser Wasserschichte im Laufe des Tages steigt. Die Zunahme von $7/9^h$ a. bis $5/7^h$ p. beträgt 0·12°, in der ganzen Wassersäule sogar 0·15°. Ein Vergleich derselben Werte

Tabelle 20. **Abweichung der Stundenmittel der Temperatur und des Salzgehaltes vom Tagesmittel. Stat. IX.**

7^h a.	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h p.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	
Temperatur												
—·013	—·085	—·054	—·047	—·029	+·021	+·007	—·015	+·007	+·025	+·011	—·019	
Salzgehalt												
—·087		+·063		—·027		+·230		+·100		—·030		

7^h p.	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h
Temperatur												
—·032	—·018	—·005	—·038	+·007	—·000	+·018	+·025	+·037	+·026	+·047	+·090	+·090
Salzgehalt												
+·080		+·013		—·063		—·080		—·093		—·143		

für den Salzgehalt ergibt eine Abnahme um 0·13 respektive bis 0·09‰. Die Ursache dieser Vorgänge ist offenbar eine durch das Ansteigen des Luftdruckes veranlaßte Seiche. Übereinstimmend damit fällt, wie schon erwähnt, der Wasserspiegel und die Strömung geht in 17 von 24 Beobachtungsstunden golfauswärts, die Zirkulation natürlich abwärts. Es muß daher die Temperatur steigen und der Salzgehalt sinken.

Es lassen sich die Beziehungen zwischen Temperaturgang und Stromrichtung aber noch weiter verfolgen. Dazu müssen wir uns vorher kurz mit den Strömungen selbst beschäftigen. Sie sind Resultierende aus Gezeiten-, Seiches- und Triftströmungen. Die Einwirkung der Gezeiten macht sich darin bemerkbar, daß 1. die golfeinwärtsgerichtete Bewegung stets bei Niedrigwasser eintritt und kräftiger bei der tiefen Frühebbe als bei der schwachen Nachmittagsebbe entwickelt ist. 2. Daß die Strömung am stärksten bei Mittelwasser ist. Die Einwirkung der auswärts gerichteten Seichesbewegung ist daran erkennbar, daß die bei Fallendwasser stromauswärts gerichtete Bewegung intensiver ist, früher beginnt und meist später endet als es nach dem Fortschritte der Gezeiten sein sollte. Daß diese Erscheinung besonders bei der Nachmittagsflut abnorm entwickelt ist, dürfte endlich, abgesehen von der geringen Depression der folgenden Ebbe, darauf zurückzuführen sein, daß von früh bis 4^h p. den nördlichen und östlichen Teil des Golfes kräftige Ost- und Nordostwinde beherrschen, die 2^h p. in Triest eine Geschwindigkeit von 32 *km* pro Stunde erreichen. Die mittlere Richtung des einwärts gerichteten Stroms beträgt in 10 und 15 *m* 115°, die des auswärts gerichteten Stroms in 10 *m* 244°, in 15 *m* 241°. Auch für die übrigen Tiefen scheinen ähnliche Werte zu gelten. Verfolgt man nun den Gang der Temperaturmittel der Tabelle 20 in Beachtung der Stromrichtung, so zeigt es sich, daß die Temperatur bei einlaufendem Strom sinkt, bei auslaufendem steigt, denn ersterer fördert, letzterer hemmt die Seicheströmung. — Wir haben bisher bloß die Tiefenschichten in Betracht gezogen, um jeden Strahlungseinfluß auszuschalten. Betrachten wir aber nun unter den hier entwickelten Gesichtspunkten den Temperaturgang in 10 *m* Tiefe, so können wir auch ihn ohneweiters erklären, ja die Erscheinungen treten hier noch viel schöner entwickelt entgegen, da gerade in dieser Schichte die vertikale Temperaturabnahme am bedeutendsten ist. Der überraschend große Anstieg von $9/10^h$ a. bis 6/7 p. ist demnach ein Summationseffekt des allgemeinen Temperaturanstieges bei konstant golfauswärts gerichteter Strömung, der Wirkung des in den ersten Nachmittagsstunden etwas lebhafteren Seewindes, der ebenfalls eine abwärts gerichtete Zirkulation hervorruft, und vielleicht auch der Wassermischung mit der wärmeren Oberschichte. Der Temperaturabfall von 7^h p. bis 10^h p. ergibt sich aus der einlaufenden Strömung, seine bis zum Grund fühlbare Verstärkung von 9^h bis 10^h p. aus der Kombination mit dem plötzlich kräftig einsetzenden Landwind. Selbst der ganz schwache Temperaturanstieg an der Oberfläche um diese Zeit wird verständlich, wenn man bedenkt, daß infolge der Erkaltung der Oberfläche durch Ausstrahlung die Schichte wärmster Temperatur jetzt nahe unter derselben liegt, so daß die Wellenmischung infolge des Einsetzens des Ost eine Temperaturerhöhung der Oberfläche herbeiführen muß. Da aber der Landwind rasch abflaut, der Strom wieder westwärts dreht, so muß die Temperatur der Wassersäule wieder zu steigen beginnen, mit Ausnahme der Oberfläche, wo die Ausstrahlung überwiegt. Leider lassen die Salzgehaltwerte keine so weitgehende Analyse zu. Es ist eben die Aräometrierung in Anbetracht der geringen Unterschiede eine zu rohe Methode, um so genaue Resultate zu liefern, als es für diesen Zweck nötig wäre.

Die Lufttemperatur ist im Tagesmittel um 0·65° niedriger als die Wassertemperatur, trotzdem doch im Frühjahr die Erwärmunfl des Landes der Temperaturzunahme des Meeres voraneilt, und auch am Beobachtungstage von 1^h p bis 7^h p. die Luft wärmer als das Wasser ist und nachts eine starke Bewölkung eine intensivere Abkühlung verhindert. Die Extreme und Media treten wie gewöhnlich viel später als an der Küste ein und die Amplitude ist um 2° kleiner als in Triest (5·7). Dies gilt jedoch nur solange wir den Gang der Lufttemperatur unmittelbar über der Wasseroberfläche im Auge haben. Schon in 2 *m* Höhe ist die Amplitude um 0·8 größer, denn hier sinkt die Temperatur in der Nacht tiefer und steigt in den Nachmittagsstunden höher als direkt über der Wasserfläche. Das läßt abermals ersehen, wie richtig es wäre, für solche Messungen eine einheitliche Höhe über dem Meere festzusetzen.

10. Station VI (Nr. 54 des August 1905).

(Vergl. Tabelle VI und Tafel IV.)

Position: 45° 45′ 38″ nördlicher Breite; 13° 36′ 15″ östlicher Länge v. G. (Golf von Monfalcone, 1250 *m* südlich von Schloß Duino), Wassertiefe 11·5 *m*.

Beobachtungszeit: 1905, 3./VIII. 5^h p. m. bis 4./VIII. 5^h p. m.

Witterungsverhältnisse: Über der ganzen Adria herrscht ziemlich gleichmäßiger hoher Luftdruck, Land- und Seewinde sind daher gut entwickelt, die Bewölkung ist sehr gering.

Gezeiten: Hochwasser: 3./VIII. 11^h p. (60 *cm*). Niedrigwasser: 3./VIII. 5^h p. (123 *cm*).
» 4./VIII. $11^1/_2$ a. (53 *cm*). » 4./VIII. 5^h a. (161 *cm*).
» 4./VIII. 6^h p. (126 *cm*).

(Triest.)

Reduktion auf den Beobachtungsort: zirka + 15 Minuten.

Diese Station liegt 2 *km* südöstlich der Stelle, wo sich der Timavo in den Golf von Molfalcone ergießt und zeigt daher die Verhältnisse im Mündungsgebiet eines Flusses. Es lagern hier (Tabelle 21) drei Wasserschichten übereinander. Zu unterst liegt eine wenig mächtige Schichte adriatischen Wassers, in der Mitte, etwa zwischen 0·2 und 9 *m*, finden wir Bankwasser und an der Oberfläche das mit letzterem noch wenig vermischte Timavowasser. Auf den ersten Blick erscheint damit vielleicht zu viel gesagt, denn

Tabelle 21. **Temperatur- und Salzgehaltsänderung mit der Tiefe an Station VI.**

Tiefenintervall	Temperaturabnahme					Salzgehaltszunahme in ‰				
	Mittlere Abnahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung	Mittlere Zunahme		Max.	Min.	Mittlere Schwankung
	für die angeg. Tiefen-intervalle	pro *m*				für die angeg. Tiefen-intervalle	pro *m*			
0—0·5 *m*	—0·53	—1·06	0·7	—3·1	0·71	4·56	9·12	20·15	0·01	4·84
0·5—1·0 *m*	—0·08	—0·16	0·65	—0·9	0·22	2·54	5·08	6·71	—0·11	2·06
1—5 *m*	0·49	0·10	1·0	—0·2	0·33	1·96	0·49	3·13	0·24	0·69
5—9 *m*	1·07	0·27	1·6	0·6	0·19	}				
9—10 *m*	1·13	1·13	1·9	0·0	0·49	2·92	0·44	3·81	1·92	0·34
10—11 *m* Gr.	0·80	0·47	2·1	0·3	0·51					
0—1 *m*	—0·62	—0·62	0·85	—3·5	0·85	9·10	7·10	21·08	—0·04	4·90
0—5 *m*	—0·13	—0·03	1·2	—3·4	0·82	7·06	1·81	22·20	1·26	5·05
5—10 *m*	2·22	0·44	3·2	1·1	0·51	0 *m*-Gr.	0 *m*-Gr.	0 *m*-Gr.	0 *m*-Gr.	0 *m*-Gr.
0—10 *m*	2·09	0·21	4·2	—1·15	0·74	11·98	1·02	26·01	4·24	5·04

im Mittel herrscht hier noch ein Salzgehalt von 25·2‰ und eine Temperatur von 26·6°. Aber das erklärt sich daraus, daß wir uns bereits so weit von der Flußmündung befinden, daß die Flußwasserdecke nur unter günstigen Verhältnissen hierher reicht, sonst aber das Bankwasser sich bis an die Oberfläche erstreckt. Flußwasser erscheint zum Beispiel zwischen 7^h p. und 12^h n. und infolgedessen fällt die Oberflächentemperatur im Laufe von 3^h um 2·8°[1], der Salzgehalt in zwei Stunden um 10·4‰. In schwächerem Ausmaße wiederholt sich dies zwischen 4 und 6^h a. und außerordentlich intensiv zwischen 8^h und 11^h a. In dieser Zeit, in der die Temperatur eigentlich ansteigen sollte, fällt sie in einer Stunde (8^h bis 9^h a.) um 3·6°, der Salzgehalt um 21·8‰! Und in 0·5 *m* Tiefe, ja sogar in 0·2 *m* Tiefe ist — wie Temperatur- und Salzgehaltsmessungen um 9^h a. und 9^h p. beweisen — von diesen Vorgängen fast nichts mehr zu merken. Es beschränkt sich daher die kalte Süßwasserdecke nur auf eine ganz seichte Oberflächenschichte und eine thermische Wirkung auf die Unterlage tritt nicht ein, da infolge der großen Dichtedifferenzen

[1] Der Timavo führt kaltes Karstwasser, das im Sommer nicht viel über 13° erreicht.

Konvektion ausgeschlossen ist. Die Oberfläche ist demnach noch mehr durch die riesigen Schwankungen als durch die mittlere Höhe der Temperatur und des Salzgehaltes gekennzeichnet.

Diese intermittierende Ausbreitung des Timavowassers läßt sich nun nicht unmittelbar, wie man wohl leicht geneigt wäre anzunehmen, mit Flut und Ebbe in Beziehung bringen. Denn es fällt bloß der schwache Abfall von Temperatur und Salzgehalt zwischen 4^h und 6^h a. auf die tiefe Frühebbe, von den beiden anderen Süßwasserinvasionen die erste größtenteils, die zweite zur Hälfte auf Steigendwasser. Dagegen scheint eine enge Beziehung zu den Winden zu existieren, die überhaupt für die Temperatur- und Salzgehaltsänderungen an dieser Station von großer Bedeutung sind. Das Süßwasser scheint sich nämlich dann auszubreiten, wenn entweder ein leichter Wind sein Abströmen unterstützt, wie zum Beispiel der Nordwest von 8^h a. an, oder wenn wenigstens kein Gegenwind weht, wie in der Zeit der Windstille ab 7^h p.[1] Dagegen engt sich sein Ausbreitungsgebiet ein, wenn es durch Gegenwinde aufgestaut wird (5^h bis 6^h p., 1^h bis 5^h p.). Diese Wirkungen mögen nun durch die Gezeiten verstärkt oder abgeschwächt werden, worauf besonders der rasche Temperatur- und Salzgehaltsanstieg von 9^h a. bei Fortdauer der Nordwestwinde deutet, aber bestimmend sind die Gezeiten nicht. Aber auch während der Herrschaft der sehr kräftig ausgebildeten nächtlichen Landwinde ist das Timavowasser am Beobachtungsorte nicht nachweisbar, und zwar nicht nur deswegen, weil sie die Timavoströmung vom Beobachtungsgebiete abtreiben, sondern weil sie Wassermischung durch Seegang und vor allem eine aufwärts gerichtete Vertikalzirkulation erzeugen. Letztere muß sich in der obersten Wasserschichte, wo — selbst von der zeitweiligen Ausbreitung der Flußwasserdecke abgesehen — außerordentlich große vertikale Salzgehaltsunterschiede bestehen, durch ein starkes Ansteigen des Salzgehaltes bemerkbar machen. Und in der Tat ist der Salzgehalt an der Oberfläche während des Landwindes (11^h p. bis 7^h a.) um $5 \cdot 8^0/_{00}$ größer als im Mittel, und die negative Abweichung während der übrigen Zeit beträgt $4 \cdot 4^0/_{00}$. Selbst wenn wir die Beobachtungen ausschalten, die auf die oben angegebenen Zeiten kräftiger Süßwasserzufuhr entfallen und nur die Periode des kräftigen Landwindes (Ost) mit derjenigen des lebhaften Seewindes (Südwest) vergleichen, so bleibt die Differenz beider Perioden $6 \cdot 55^0/_{00}$. Dieser enorme Betrag beleuchtet klar die große Bedeutung der Zirkulationsströmungen bei bedeutenden vertikalen Salzgehalts- (und Temperatur)unterschieden. Denn während des Seewindes wirkt Seegang und Triftströmung der Zirkulation entgegen und trotzdem bleibt der Salzgehalt weit hinter jenem der Nacht zurück. Für $0 \cdot 5\,m$ Tiefe beträgt dieser Unterschied noch $3 \cdot 95^0/_{00}$, in $1\,m$ nur $0 \cdot 08^0/_{00}$, steigt aber dann in $5\,m$ wieder auf $0 \cdot 40^0/_{00}$ und am Grunde sogar auf $0 \cdot 60^0/_{00}$ und beläuft sich im Mittel der ganzen Wassermasse (vergl. Tabelle 22) auf $0 \cdot 65^0/_{00}$. Die Änderungen mit der Tiefe erklären sich aus der Salzgehaltsschichtung. Wo sich der Salzgehalt rasch ändert, muß die Wirkung der Vertikalzirkulation groß sein. Dies ist nun der Fall an der Grenze der drei Wasserschichten, und dort treffen wir auch die starken Wirkungen der Zirkulation.

Der Temperaturunterschied beider Perioden beträgt für die ganze Wassersäule nur $0 \cdot 15°$, ist also relativ gering. Dies hängt damit zusammen, daß die vertikale Temperaturschichtung ganz anders als die Salzgehaltsschichtung ausgebildet ist. Sie ist nicht nur trotz des schönen Wetters außerordentlich klein — beträgt doch die Abnahme bis zum Grunde nur $2 \cdot 9°$ — sondern auch ganz anders auf das Tiefenprofil verteilt. Ein starker Abfall ist nur zwischen 9 und $10\,m$ ($1 \cdot 13°$) zu finden, wo also offenbar die obere Grenze des adriatischen Wassers zu suchen ist. Ferner findet man die höchste Mitteltemperatur nicht an der Oberfläche, denn hier tritt ja zeitweise das kalte Timavowasser auf, sondern in zirka 80 bis $90\,cm$ Tiefe. Dafür sollte man in Anbetracht der großen Dichteunterschiede zwischen $1\,m$ und $5\,m$, der seit längerer Zeit andauernden schönen Witterung und unserer Darlegungen über das geringe Eindringen der Sonnenstrahlung eine rasche Abnahme in dieser Schichte erwarten. Aber sie beträgt nur $0 \cdot 5°$ und eine Temperatur von $26 \cdot 7°$ in $5\,m$ Tiefe muß als außerordentlich hoch bezeichnet werden. Noch eine zweite Tatsache ist sehr auffallend: die rasche Änderung der Temperatur (und Salzgehalts)amplitude

[1] Es muß übrigens um diese Zeit ein ganz leiser Luftzug aus nördlicher Richtung geweht haben, denn der Seewind (SW) geht über N in Landwind über und bereits um 7^h p. machte sich am Beobachtungsort Landgeruch bemerkbar.

Tabelle 22. **Eintritt der Extremwasserstände in Grado und Barbana.**

Beobachtung	Wasserstands-extrem	Eintritt in			Verspätung in Barbana gegenüber Grado	
		Grado, reduziert nach		Barbana	reduziert nach	
		Triest	Pola		Triest	Pola
II^{l} 17./VII. 1905	HW	10^{h} 25^{m} a. m.	11^{h} a. m.	11^{h} 30^{m} a. m.	1^{h} 05^{m}	0^{h} 30^{m}
X^{l} 17./III. 1906	NW	10^{h} 20^{m} a. m.	10^{h} a. m.	10^{h} 30^{m} a. m.	0^{h} 10^{m} ?	0^{h} 30^{m}
	HW	—	2^{h} 30^{m} p. m.	3^{h} 30^{m} p. m.	—	1^{h} 0 m
XI^{l} 6. bis 7./II. 1908	NW	6^{h} 15^{m} a. m.	6^{h} 45^{m} a. m.	7^{h} 45^{m} a. m.	1^{h} 30^{m}	1^{h} 0 m
	HW	12^{h} m.	11^{h} 25^{m} a. m.	12^{h} 45^{m} p. m.	0^{h} 45^{m}	1^{h} 20^{m}
	NW	6^{h} 55^{m} p. m.	7^{h} 30^{m} p. m.	8^{h} 30^{m} p. m.	1^{h} 35^{m}	1^{h} 0 m
	HW	1^{h} 20^{m} a. m.	2^{h} 35^{m} a. m.	3^{h} 30^{m} a. m.	2^{h} 10^{m}	0^{h} 55^{m}
XIII^{l} 14. bis 15./VII. 1908	HW	10^{h} 50^{m} a. m.	11^{h} 20^{m} a. m.	12^{h} 30^{m} p. m.	1^{h} 40^{m}	1^{h} 10^{m}
	NW	3^{h} 50^{m} p. m.	4^{h} 10^{m} p. m.	5^{h} 15^{m} p. m.	1^{h} 25^{m}	1^{h} 05^{m}
	HW	9^{h} 20^{m} p. m.	9^{h} 35^{m} p. m.	11^{h} 30^{m} p. m.	2^{h} 10^{m}	1^{h} 55^{m}
	NW	4^{h} 50^{m} a. m.	5^{h} 40^{m} a. m.	6^{h} 15 a. m.	1^{h} 25^{m}	0^{h} 35^{m}
Mittel	—	—	—	—	$1 \cdot 4^{h}$	$1 \cdot 0^{h}$

mit der Tiefe. Sie beträgt an der Oberfläche 4·7°, in 1 *m* 1·4° und in 5 *m* Tiefe nur mehr 0·5°, steigt aber bis zum Grunde wieder auf 2°. Das Wasser in 5 *m* Tiefe hat also nicht nur eine sehr hohe, sondern auch eine sehr konstante Temperatur. Verfolgt man nun seinen Temperaturgang im einzelnen, so bemerkt man, daß das Minimum zu Beginn, das Maximum am Schlusse der Beobachtung liegt, ferner daß, von kleinen regelmäßigen Schwankungen, die wir noch besprechen werden, abgesehen, die Temperatur während der ganzen Nacht vollständig gleich bleibt und der Anstieg fast ausschließlich auf den Nachmittag des zweiten Beobachtungstages, und zwar in die Zeit des Südwestwindes fällt. Die Erklärung all dieser Erscheinungen ergibt sich auf folgende Weise. Die Dichtedifferenzen gegen die Oberfläche sind so bedeutend, daß ähnlich wie bei den ungarischen Kochsalzseen eine nächtliche Auskühlung durch Konvektion gänzlich ausgeschlossen ist.[1] Ausstrahlung und Leitung sind aber zu vernachlässigen. Andrerseits tritt aber auch im Laufe nur eines Tages keine merkbare Erwärmung durch Sonnenstrahlung ein, denn deren Wärmewirkung ist nach unseren bisherigen Ergebnissen innerhalb so kurzer Zeit in dieser Tiefe bereits ganz unbedeutend. Der um 1^{h} p. beginnende Anstieg ist vielmehr auf die Wirkung des Seewindes zurückzuführen. Das ergibt sich übrigens auch aus unserer Beobachtung. Denn die rasche Temperatursteigerung an der Oberfläche zwischen 11^{h} und 12^{h} a., die auf Sonnenstrahlung beruht,[2] tritt bereits in 0·5 *m* Tiefe sehr abgeschwächt auf[3] und in 1 *m* Tiefe beträgt die Steigerung bloß 0·05° Hier und in 5 *m* Tiefe erhebt sich die Temperatur erst mit Eintritt des Seewindes. Die hohe Mitteltemperatur in der Schichte zwischen 0·5 und 5 *m* erklärt sich mithin daraus, daß die Hauptursache der Abkühlung, die nächtliche Konvektion, ausgeschaltet und auch die Ausstrahlung durch die zeitweise Überlagerung mit einer Süßwasserdecke sehr vermindert ist,[2] während infolge der geringen Mächtigkeit der letzteren (unter 0·2 *m*) die Sonnenstrahlung in 0·5 bis 1 *m* noch erwärmend wirken kann, wobei sich ihre Effekte allmählich summieren. Durch die Wirkung des Windes wird dann diese unmittelbar unter der Oberschichte angehäufte Wärme auch in größere Tiefe getragen.

---

[1] Dies gilt nur für 5 *m* Tiefe, während bis zu 1 *m* Tiefe gelegentlich Konvektion möglich ist.

[2] Der Anstieg von 9^{h} bis 11^{h} a. beruht auf dem Zurückweichen der Süßwasserdecke.

[3] Man darf nicht die Differenz der Werte von 11^{h} a. mit 12^{h} m. vergleichen, da in letzterem Werte sich die Wirkung der Strahlung mit derjenigen einer sehr kräftigen submarinen Welle summiert.

Wir haben bereits erwähnt, daß in 5 *m* Tiefe endlich noch sehr regelmäßig kleine Temperaturschwankungen etwa mit einer Periode von 4^h auftreten. Sie finden sich ferner auch in 1 *m* und mit besonders stattlicher Amplitude in 0·5 *m* Tiefe, da hier die vertikalen Temperaturunterschiede zum Teil sehr große Beträge erreichen. Einzelne Spuren sind aber bis zum Grunde zu verfolgen. Im Salzgehalt treten Schwankungen derselben Periode auf und lassen sich durch alle Tiefen nachweisen, sind aber ebenfalls an der oberen Grenze des Bankwassers am stärksten ausgebildet. Außerdem tritt eine unterseeische Welle von viel größerer Periode (zirka 12^h) und Amplitude an der Grenze des adriatischen und des Bankwassers auf, wie die von 12^h n. an durchgeführten Temperaturbeobachtungen in 10 *m* Tiefe beweisen. Stark gedämpft ist sie auch in 9 *m* Tiefe und am Grunde erkennbar. Hier aber wiegt eine andere Erscheinung noch größerer Periode vor, indem die Temperatur vom Beginn der Beobachtung bis 10^h a., also durch 17^h und zwar um 2° fällt, während der Salzgehalt um 1·8‰ steigt. Weiterhin ist diese Erscheinung, die sich auch in 9 und 10 *m* Tiefe nachweisen läßt, durch das Auftreten der erwähnten großen Grenzwelle gestört.

Drei Wellensysteme verschiedener Periode sind also am Beobachtungstage vorhanden von denen die beiden erstbehandelten eine enge Beziehung zu den Grenzflächen der drei Wasserschichten aufweisen, die aber alle durch die ganze Wassermasse ihre Wirkung, wenn auch bedeutend abgeschwächt, geltend machen und so das verwirrende Bild der Tafel IV hervorrufen. In jeder Wasserschichte sind es aber andere Faktoren, die für den Gang des Salzgehaltes und besonders der Temperatur den Ausschlag geben. An der Oberfläche sind die Winde für die enormen Schwankungen maßgebend, denn sie bringen oder vertreiben die Süßwasserdecke. Für die Mittelschichte (Bankwasser) ist die Unterbindung der Konvektion und Ausstrahlung bestimmend für die geringe Veränderlichkeit der Temperatur, die nur durch das Auftreten von Grenzwellen gegen die Oberschichte etwas erhöht wird. In der Bodenschichte (Adriatisches Wasser) erzeugen dagegen große Grenzwellen gegen das Bankwasser und Seiches wieder bedeutende Tagesschwankungen.

Welches die Ursachen dieser Wellenbildungen in unserem Falle sind, kann natürlich nicht mit Sicherheit angegeben werden. Zur Bildung Helmholtz'scher Wellen wäre jedenfalls reichliche Möglichkeit geboten. Denn unsere Strömungsmessungen ergeben eine in der Regel um 180° verschiedene Richtung der Unterströmung (bereits in 5 *m*), die meist aus Südost kommt, und der Oberflächenströmung, die mit den Winden dreht, aber daneben stets noch eine nördliche Komponente aufweist. Die Temperatur- und Salzgehaltsbewegung am Grund scheint auf einer Seiche zu beruhen und auch für die Grenzwellen zwischen Bank- und adriatischem Wasser könnte man Seiches des Golfs von Monfalcone annehmen. Eine gewisse Beziehung zu den Gezeiten könnte man auch hier erkennen.

Interesse verdienen auch die Beziehungen zwischen Luft- und Wassertemperatur. Im Mittel ist die Luft (0·1 *m*) um 1·1° kühler als die Wasseroberfläche. Die Differenz ist also für einen heiteren Sommertag außerordentlich groß und beruht auf den eigentümlichen Verhältnissen an unserer Beobachtungsstation. Nachts sinkt die Oberflächentemperatur des Wassers nur wenig, da ja die vom Landwinde erzeugte Vertikalzirkulation an die Oberfläche wärmeres Wasser aus der unterlagernden Schichte heraufbringt, wodurch der Einfluß der Ausstrahlung teilweise kompensiert wird. Die Lufttemperatur sinkt aber um diese Zeit bis 3° unter die Tnmperatur der Wasseroberfläche, denn wir befinden uns nahe der Karstküste von der der kräftige Landwind die erkalteten Luftmassen herabbringt. Aber trotzdem macht sich der erwärmende Einfluß des Meeres noch deutlich bemerkbar, indem die Temperatur in 0·1 *m* nachts um 0·3° höher als in 2 *m* Höhe über dem Meere ist. Bei Tag aber, wenn der Wind von der See kommt, schließt sich die Lufttemperatur enge an die Wassertemperatur an und selbst in den Perioden der Ausbreitung der kalten Süßwasserdecke fällt die Lufttemperatur zugleich mit der Wassertemperatur. Diese Koinzidenz beweist, in ausgezeichneter Weise, in welch hohem Maße die Temperatur der Luft von der Temperatur der Unterlage beeinflußt wird. Es ist daher bei der großen Amplitude der Wasseroberfläche (4·7°) begreiflich, daß die Tagesamplitude der Lufttemperatur am Beobachtungsorte (5·3°) nicht viel kleiner als in Triest (6·4°) ist. Ja, legt man die Lufttemperaturen für 2 *m* Höhe dem Vergleiche zugrunde,

so beträgt der Unterschied gegen Triest bloß 0·7°. Denn auch hier läßt sich wieder konstatieren, daß dieser kleine Höhenunterschied genügt, um die Tagesamplitude um 0·4° zu erhöhen.

11. Station XIII^l (Nr. 1 des Juli 1908).

(Vergl. Tabelle XIII und Tafel V.)

Position: 45° 42′ 14″ nördlicher Breite; 13° 25′ 24″ östlicher Länge v. Gr. (Lagune von Grado, Kanal von Barbana), Wassertiefe 5 bis 6 *m*.

Beobachtungszeit: 1908, 14./VII. 7^h a. m. bis 15./VII. 7^h a. m.

Witterungsverhältnisse: Unter dem Einflusse eines sekundären Minimums, das zu Beginn der Beobachtung von der Poebene bis in die ungarische Tiefebene reicht, bis zum Morgen des 15./VII. sich aber auf Ostungarn und Siebenbürgen verschoben hat, während gleichzeitig ein Maximum über Frankreich nachrückt, herrschen im ersten Drittel der Beobachtung bei stärkerer Bewölkung (4) meist südwestliche Winde, worauf bei Windstille Aufheiterung eintritt. Nachts wehen von 11^h p. bis 3^h a. stoßweise östliche Landwinde.

Gezeiten: Hochwasser: 14./VII. 12^h 30^m p. m. Niedrigwasser: 14./VII. 5^h 15^m p. m.
» 14./VII. 11^h 30^m p. m. » 15./VII. 6^h 15^m a. m.

(Am Beobachtungsort.)

Die Wasserstandsdifferenz zwischen der Mittagsflut vom 14./VII. und der Frühebbe vom 15./VII. betrug an den Kaistufen des Klosterhafens von Barbana zirka 1·5 *m*.

Diese und alle folgenden Beobachtungsstationen liegen in den Lagunen. Sie zeigen Verhältnisse, die sich scharf von denjenigen im offenen Golfe unterscheiden und in enger Beziehung zum Formenschatz der Lagunen und dessen Wirkung auf die Gestaltung der Gezeiten stehen. Die Morphologie unseres Gebietes bedingt es, daß seine Physiognomie vollständig vom Phasenwechsel der Gezeiten beherrscht wird. Denn die engen Kanäle können das bei Steigendwasser vom Golfe einströmende Flutwasser nicht fassen, es tritt aus seinen Bahnen heraus und überflutet die zwischenliegenden Teichflächen, so daß vor unseren Augen eine weite, nur durch kleine Schlamminseln unterbrochene Wasserfläche entsteht. Beginnt aber der Wasserstand zu sinken, dann strömt das Wasser durch die Kanäle denselben Weg wieder zurück, die Teichflächen leeren sich allmählich, ihr letzter Wasserrest fließt in Form kleiner, rasch hinschwindender Bäche, die schöne Beispiele eingesenkter Mäander bieten, den Kanälen zu, bis bei Niedrigwasser eine weit ausgedehnte schlammige Landfläche vor uns liegt, die nur durch ein Netzwerk von Kanälen unterbrochen ist. — Für unseren Beobachtungsort ergeben die Strömungsbeobachtungen, daß das Flutwasser durch den Kanal Primero gegen denselben und noch weiter südwestlich gegen Grado vordringt und daß das Wasser auf demselben Wege wieder zurückebbt. Da nun Barbana sowohl von der Mündung des Kanals Pietro d'Orio, der den vom Beobachtsort gegen Grado führenden Kanal dell' uomo morto aufnimmt, als von der Mündung des Kanals Primero in den Golf gleich weit entfernt ist (zirka 12 *km*), so beweist die angegebene Richtung der Gezeitenströmung, daß die Gezeitenwelle die Mündung des Kanals Primero früher als diejenige des Kanals Pietro d'Orio erreicht, daß also die bei Salvore in den Golf eintretende Flutwelle den ganzen Golf umkreist und nicht etwa eine Hauptwelle vorher Grado auf direktem Wege erreicht. Aus unseren Beobachtungen über Eintritt von Hoch- und Niedrigwasser läßt sich ferner durch Vergleich mit den Werten für Triest und Pola die Verzögerung der Gezeitenwelle in den engen und relativ seichten Lagunenkanälen berechnen. Bringt man an den Werten für Triest (nach Grablovitz) eine Korrektur von + 0·4^h, an denjenigen für Pola eine Korrektur von + 1^h an, so erhält man die Hoch- und Niedrigwasserzeiten für Grado.

Stellen wir sie mit den Zeiten der Extremwasserstände zusammen, die sich aus unseren Beobachtungen bei Barbana (II^l, X^l, XI^l, XIII^l) ergeben (Tabelle 22), so zeigt sich, daß hier die Extreme gegenüber den von Pola abgeleiteten Werten im Mittel eine Verspätung von 1 Stunde, gegenüber den von Triest hergeleiteten Werten um 1·4 Stunde aufweisen. Wir dürfen annehmen, daß der erste Wert der

Wahrheit näher kommt, da dem Vergleiche Barbana-Pola nur beobachtete Werte zugrunde gelegt wurden, während für Triest größtenteils nur die im »Annuario marittimo« niedergelegten, berechneten Werte zur Verwendung gelangen konnten. Diese ganze bedeutende Verspätung wird also dadurch hervorgerufen, daß die Flutwelle einen 12 *km* langen Weg durch einen zirka 5 bis 6 *m* tiefen, 75 bis 150 *m* breiten Lagunenkanal zurücklegen muß. Denn würde der offene Golf bis Barbana reichen, so müßte die Flutwelle hier mindestens zur gleichen Zeit wie in Grado, das etwas westlicher liegt, eintreffen. — Gruppiert man ferner die Differenzen Grado (reduziert nach Pola)—Barbana nach den Extremwasserständen unter Weglassung der vereinzelt stehenden Hochwasserangabe der Beobachtung II^l, so ergibt sich eine mittlere Verspätung von $1^h\ 16^m$ für Hochwasser und von 50 *m* für Niedrigwasser. Dieses Ergebnis stimmt vollkommen mit den in den venetianischen Lagunen gemachten Erfahrungen überein, daß die Dauer von Steigendwasser größer als die Dauer von Fallendwasser ist. [1]

Wie die Form, Phasendauer und Verzögerung der Gezeitenwelle durch die Morphologie der Lagunen bedingt wird, so werden Temperatur- und Salzgehalt sowohl nach ihrem täglichen Gange als nach ihrer vertikalen Anordnung durch diese eigenartige Gestaltung der Gezeiten in ausschlaggebender Weise beeinflußt.

Die Lebhaftigkeit der Gezeitenströmungen in den engen Lagunenkanälen, die am Beobachtungstage infolge der bedeutenden Gezeitenamplitude (zirka 1·5 *m*; am 13./VII. $10^h\ 48^m$ p. trat Vollmond ein) noch mehr als gewöhnlich fühlbar ist, läßt keine bedeutenden vertikalen Temperatur- und Salzgehaltsdifferenzen aufkommen. Die mittlere Temperaturabnahme bis zum Grunde beträgt bloß 0·12°, die Salzgehaltszunahme nur 0·06‰.

Unsere Beobachtung zeigt ferner deutlich, daß die Differenzen um so geringer sind, je rascher die Strömung ist. So betragen die Temperaturunterschiede in der Wassersäule im Mittel der Beobachtungen mit sehr starker Strömung (9^h a., 7^h p., 2^h bis 3^h a.) 0·035°, im Mittel der Beobachtungen mit sehr schwacher oder ohne Strömung (12^h m. bis 2^h p., 5^h p., 10^h p. bis 12^h n., 4^h a. bis 7^h a.) aber fast zehnmal so viel, nämlich 0·29°. Da nun die Strömungen am stärksten bei Mittelwasser, am schwächsten bei den extremen Wasserständen sind, so sind in der Regel die Differenzen bei Mittelwasser kleiner als bei Hoch- und Niedrigwasser.

Wird die vertikale Anordnung der Temperatur und des Salzgehaltes durch die Kraft der Gezeiten strömungen bestimmt, so beherrscht den täglichen Gang dieser Elemente der Wechsel von Ebbe und Flutströmung. Um dies nachzuweisen, vergleichen wir am besten den Gang der Lufttemperatur, der von den Gezeiten unabhängig ist, mit dem der Wassertemperatur. Die Lufttemperatur (vergl. Tafel V) steigt vom Beginn der Beobachtung bis 12^h mittags (26·0°), beginnt aber alsdann bei zunehmender Bewölkung und Windstärke zu sinken und erreicht um 4^h a. m. ihr Minimum (21·9°). Der folgende Anstieg bis 7^h a. ist infolge des heiteren windstillen Wetters sehr groß, er beträgt 1·8°. Das sekundäre Maximum um 5^h p. erklärt sich aus der eingetretenen Windstille und Aufheiterung, das sekundäre Minimum um 1^h a. aus dem Drehen des Ostsüdost auf Ostnordost. — Der Gang der Wassertemperatur ist aber ein ganz anderer [2] (vergl. Tafel V und Tabelle 23). Denn statt eines Absinkens von 12^h m. an, finden wir einen überraschend scharfen Anstieg (um 1·84° in zwei Stunden!) und die Wassertemperatur bleibt nun bis zum Schlusse der Beobachtung hoch über der Lufttemperatur. Andrerseits dauert der Temperaturabfall, der um 8^h p. scharf einsetzt, bis 5^h a. an und auch bis zum Schlusse der Beobachtung zeigt sich keine nennenswerte Steigerung der Temperatur. Es ist demnach für die rasche Erhöhung der Lufttemperatur ab 4^h a. kein Äquivalent in der Wassertemperatur zu finden. Diese Gegensätze nötigen zu dem Schlusse, daß auf die

---

[1] L. de Marchi, La Marfologia Lagunare e il Regime Stationario di Marea Atti R. Ist. Ven. 1904/5, Tom. LXIV, Part. sec., p. 708 ff.

[2] Die Darstellungen der Tafel V u. und der Tabelle 23 repräsentieren Mittelwerte der Wassertemperatur und des Salzgehaltes für die ganze Wassersäule, die auf Grund der Kombination $(a + 3b + 4c + 2d) : 10$ gebildet wurden. Hierbei bedeuten a, b, c, d die Messungen in 0 *m*, 1 *m*, 3 *m* und am Grunde. Wir erhalten dadurch sehr sichere und auch vollkommen einwandfreie Werte, da der Gang in allen Tiefen fast ausnahmslos gleichsinnig ist.

Tabelle 23. **Abweichung der Stundenmittel der Temperatur und des Salzgehaltes vom Tagesmittel an Station XIII^{I}.**

	7^h a.	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h p.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	
Temperatur	−1·27	−1·00	−·92	−·54	−·45	−·45	−·07	+1·39	+1·32	+1·12	+1·33	+1·36	
Salzgehalt	+·35		−·09		−·43		−·24		+·02		+·175		

	7^h p.	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h
Temperatur	+1·39	+1·25	+·51	+·02	−·18	−·20	−·22	−·42	−·72	−1·05	−1·14	−1·12	−1·19
Salzgehalt	−·01		−·22		−·02		+·04		+·30		+·25		

Wassertemperaturen Faktoren einen bestimmenden Einfluß haben müssen, die für die Luft nicht in Betracht kommen. Und das sind, wie wir im folgenden zeigen werden, die Gezeitenströmungen.

Von 7^h a. bis 12^h m. herrscht Steigendwasser. Es dringt daher Wasser aus dem Golfe in die Lagunenkanäle ein und die Temperaturzunahme am Beobachtungsorte ist eine ganz allmähliche, da ja auch die Temperatur im offenen Golfe nur langsam steigt und außerdem durch die lebhafte Strömung eine Mischung des Oberflächenwassers mit der darunter liegenden Wasserschichte erzeugt wird. Um $12^1/_2{}^h$ p. beginnt das Wasser zu fallen und gleichzeitig die Temperatur enorm zu steigen. Denn die bei Hochwasserstand auf den Teichflächen weit ausgebreitete aber nur einige Dezimeter mächtige Flutwasserschichte hat sich unter der Mittagssonne außerordentlich erwärmt und strömt nun bei Fallendwasser in die Kanäle und durch diese zum Meere ab. Der Anstieg erfolgt in der Tiefe später als in der Oberschichte, so daß um 1^h p. relativ große Temperaturunterschiede (1°) zwischen oben und unten bestehen. Das erklärt sich daraus, daß einerseits bei der schwachen Strömung zur Zeit des Phasenwechsels die Wirkung der Strahlung auf die Oberschichte sich geltend machen kann und andrerseits die Ebbeströmung offenbar erst allmählich bis zum Grunde der Kanäle durchgreift. Von 2^h p. ab ist der Verlauf der Wassertemperatur ähnlich dem der Lufttemperatur. Denn in der mit fortschreitender Ebbe allmählich dünner werdenden Wasserschichte der Teichflächen kommen natürlich die meteorologischen Einflüsse immer kräftiger zum Ausdruck. Es macht sich daher die zunehmende Windstärke und Bewölkung auch in den Wassertemperaturen geltend, die nun bis 4^h p. fallen und dann gegen 5^h p. ebenso wie die Lufttemperatur wieder zunehmen. Nach 5^h p. beginnt das Wasser zu steigen, die Temperatur bei zunehmender Strömung zu fallen und zwar in der Oberschichte wieder früher als in der Unterschichte. Der Abfall ist besonders rasch von 8^h bis 10^h p., da um diese Zeit, wie wir noch sehen werden, der Temperaturabfall überhaupt am raschesten erfolgt, ferner gleichzeitig nordöstlicher also kühler Wind einsetzt und endlich auch die Kanäle sich ganz mit kühlerem Meerwasser gefüllt haben. Zwischen 11^h p. und 12^h n. tritt abermals Stromwechsel ein. Um diese Zeit sind natürlich die Strömungen sehr schwach, die Temperaturänderungen daher gering, zumal der vom Meere kommende warme Ostsüdost eine stärkere Abkühlung hintanhält. Mit zunehmender Ebbeströmung nimmt aber die Temperatur rasch ab. Denn auf den nächtlich überfluteten Teichflächen hat sich nun im Gegensatz zu den Verhältnissen um die Mittagszeit das Wasser

sehr stark abgekühlt und fließt nun durch die Kanäle ab. Zum raschen Sinken der Temperatur von 1^h bis 4^h a. tragen allerdings auch die wieder auftretenden nordöstlichen Winde bei. Doch dauert die Temperaturabnahme so lange als eine nennenswerte Ebbeströmung vorhanden ist, also bis zirka 5^h a., obwohl schon bald nach 3^h a. Windstille eintritt.

Noch prägnanter als in der Temperatur macht sich der Wechsel der Gezeitenströmungen im Salzgehalt bemerkbar. Verfolgen wir seine Änderungen in Beziehung zu den Strömungen, so ergibt sich sehr deutlich, daß bei Steigendwasser der Salzgehalt stets ab-, bei Fallendwasser stets zunimmt. Da es sich in letzterem Falle stets um das von den Teichflächen abfließende Wasser handelt, so ergibt sich, daß diese die Funktion natürlicher Salinen haben, denn das auf ihnen seicht ausgebreitete Wasser erhöht besonders unter dem Einfluß der Winde und Sonne seinen Salzgehalt und das Wasser verläßt die Lagunen bei Fallendwasser salzreicher als es bei Steigendwasser eingeströmt ist. Sehr deutlich zeigt sich auch der Einfluß der Winde auf die Verdunstung. Denn die Steigerung des Salzgehaltes ist im Laufe der Nachmittagsebbe am größten von 1^h bis 3^h p., zur Zeit der größten Windstärke, und während der Frühebbe sind die beiden Perioden mit trockenen nordöstlichen Winden (9^h bis 10^h p., 1^h bis 3^ha.) durch starke Erhöhung, die Zeit des feuchten Ostsüdost durch schwache Zunahme des Salzgehaltes bezeichnet.

Aus dem niedrigen Salzgehalt (33·00 bis 33·40‰) und der Temperatur des einströmenden Wassers läßt sich ersehen, daß das Flutwasser aus dem nordöstlichen Teile des Golfes kommt, wodurch unsere oben aufgestellte Annahme, daß die Flutwelle den ganzen Golf umkreist, neuerdings bestätigt wird.

Wir sehen also hier den täglichen Gang von Temperatur und Salzgehalt in hohem Grade durch die Gezeiten beeinflußt. Die tägliche Amplitude ist daher von der Oberfläche bis zum Grunde fast gleich groß (vergl. Tabelle XIII) und die vertikalen Differenzen sind sehr gering. Die raschen Gezeitenströmungen in den Kanälen erzeugen eine sehr große Annäherung an die analogen Verhältnisse in Flüssen. Die täglichen Amplituden werden umso größer sein, je bedeutender die Temperatur- und Salzgehaltsunterschiede zwischen der Lagune und dem offenen Golfe und je kräftiger die Gezeiten entwickelt sind. Da sich die Gezeiten gegen den Sonnentag täglich um zirka 50 Minuten verspäten, so werden sich auch die Temperatur- und Salzgehaltskurven gegenüber dem Sonnenstande verschieben und die hohen Temperatur (und Salzgehalts)werte werden selbst bei ruhigem, heiterem Wetter nicht wie im freien Meere stets auf dieselbe Tageszeit fallen. Eben dadurch muß aber auch die Form und Amplitude der Kurven modifiziert werden, denn die Erwärmung respektive Abkühlung des Flutwassers auf den Teichflächen wird umso bedeutender sein, je mehr sich das Hochwasser der wärmsten respektive kühlsten Tageszeit nähert. Wir werden im Folgenden selbst noch mehrere der hier angedeuteten Fälle kennen lernen. Jedenfalls dürfte aber schon das Angeführte genügen, um darzutun, wie sehr der tägliche Gang der Temperatur in den Lagunen durch die eigenartige Morphologie dieses Gebietes gegenüber einer freien Wasserfläche verändert und kompliziert wird.

12. Station II^l (Nr. 28 des Juli 1905).

(Vergl. Tabelle II.)

Position: Wie bei der vorhergehenden Beobachtung.

Beobachtungszeit: 1905, 17./VII. 6^h a. m. bis 4^h p. m.

Witterungsverhältnisse: Es herrscht über ganz Südeuropa gleichmäßig hoher Luftdruck; am Beobachtungstage sind bei heiterem Wetter Land- und Seewind regelmäßig entwickelt.

Gezeiten: Hochwasser: 11^h 30^m a. m.

(Am Beobachtungsort.)

Die Beobachtung fand am Tage nach Eintritt des Vollmondes statt, daher waren die Gezeiten kräftig entwickelt und ihr Einfluß auf den Temperatur- und Salzgehaltsgang sehr bedeutend. Bei Beginn der Beobachtung hatte das Wasser nach tiefer Ebbe bereits wieder zu steigen begonnen. Mit zunehmen-

der Flutströmung verringern sich die ohnedies nur unbedeutenden vertikalen Temperatur- und Salzgehaltsdifferenzen noch mehr (10^h a. Temperatur von der Oberfläche bis zum Grunde (9·4 *m*) 25·7°, Salzgehaltsdifferenz 0·27‰). Die Teichflächen füllen sich mit Wasser, das sich hier bei fast völliger Windstille und sehr schwach bewölktem Himmel ganz enorm erwärmt. Und wie nun mit Eintritt von Fallendwasser der Abfluß von den Teichflächen beginnt, erhebt sich die Oberflächentemperatur in zwei Stunden (12^h m. bis 2^h p.) um 3·4°, die Temperatur in 1 *m* Tiefe sogar um 3·8°. Auch hier greift, wie bei der vorhergehenden Beobachtung, die Ebbeströmung erst allmählich in die Tiefe, so daß der Anstieg in 3 *m* und am Grund erst um 1^h p. m. beginnt, dann aber im Laufe von 2^h ebenfalls Werte von 3·5° respektive 3·1° erreicht. Es beträgt daher die Temperaturdifferenz zwischen Oberfläche und Grund um 3^h p. nur mehr 1·0°, während sie in der Zeit, wo der Abflußvorgang noch auf die Oberschichte beschränkt war, bis auf 3·0° stieg. Die mittlere Temperaturabnahme bis zum Grund beträgt aber nur 0·8°, und sie ergäbe sich noch viel kleiner, wenn sich die Beobachtung auch auf die Nacht erstrecken würde. Zur Zeit des Phasenwechsels, zwischen den beiden besprochenen Temperaturperioden, macht sich ein merkwürdiger Abfall der Temperatur in allen Schichten bemerkbar, der schwer zu erklären ist. Man könnte daran denken, daß um diese Zeit, wo die Gezeitenströmung fast ganz aufhört, die kühlere von Grado kommende Unterströmung, die wir in den folgenden Beobachtungen X^l und XI^l nachzuweisen in der Lage sein werden, die Herrschaft gewinnt.

Auch der Salzgehalt zeigt deutlich die Einwirkung des Phasenwechsels, indem er bei Entleerung der Teichflächen aus den Gründen, die bei der vorher besprochenen Beobachtung ausgeführt wurden, stark zu steigen beginnt. Die folgenden Zahlen geben die Stundenmittel des Salzgehaltes nach der Kombination $\left(\frac{a}{2} + 1{\cdot}5\,b + 2\,c + d\right) : 5$, in der *a, b, c, d* die Beobachtungen an der Oberfläche, in 1 *m*, 3 *m* und am Grund bedeuten.

Zeit	6^h 30^m a.	8^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h p.	2^h
Salzgehalt ‰	$28{\cdot}98_5$	$30{\cdot}01_1$	$30{\cdot}12_8$	$30{\cdot}29_5$	$30{\cdot}46_5$	$30{\cdot}63_4$	$30{\cdot}60_9$

Man erhält darnach als mittleren Salzgehalt für Steigendwasser (6^h a. bis 10^h a.) 30·04‰, für Fallendwasser (12^h m. bis 2^h p.) 30·57‰.

Betrachten wir schließlich noch die Beziehungen zwischen Luft- und Wassertemperatur, so zeigt sich, daß trotz der heiteren Witterung und obgleich sich die Beobachtung nur auf die Tagesstunden erstreckt, die Lufttemperatur im Mittel um 1·4° kühler als die Wassertemperatur ist.[1] Es erklärt sich diese hohe Differenz, die im scharfen Gegensatz zu den Verhältnissen im offenen Golfe bei ähnlicher Witterung steht, vor allem daraus, daß die Luft der hohen Erwärmung des Wassers auf den Teichflächen, die in den Mittagsstunden fast 29° erreicht, nicht folgen kann, zumal ihr der lebhafte Seewind bedeutende Abkühlung bringt. Sie erreicht im Maximum nur 26·2°. Es ist daher auch die Amplitude der Wassertemperatur mit 3·8° (selbst am Grunde noch 3·2°) sogar etwas größer als die Amplitude der Lufttemperatur (3·7°). Bei Hinzunahme der Nacht, in der die Lufttemperatur tief herabsinkt, ändert sich allerdings das Verhältnis und für die Beobachtung XIII^l betragen die Amplituden 2·75° respektive 4·1°. Ausschlaggebend sind, wie dort ausgeführt, die Temperaturdifferenzen zwischen Golf und Lagune, die Zeiten der Hochwasserstände und natürlich die Witterungsverhältnisse.

13. Station XI^l (Nr. 2 des Februar 1908).

(Vergl. Tabelle XI und Tafel VI.)

Position: Wie bei der vorhergehenden Beobachtung.
Beobachtungszeit: 1908, 6./II. 7^h a. bis 7./II. 7^h a.

---

[1] Für die vorhergehende Beobachtung beträgt dieser Unterschied 1·9°.

Witterungsverhältnisse: Der Kern einer mächtigen Anticyklone liegt über dem Atlantischen Ozean, der Luftdruck nimmt gegen Nordosteuropa ab. Daher herrschen an der nördlichen Adria schwache nördliche Winde, die infolge der lokalen Luftdruckunterschiede zwischen Land und Meer bei Tag gegen West, in den späteren Nachtstunden nach Ost abgelenkt werden. Von Sonnenuntergang bis Mitternacht tritt zunehmende Bewölkung auf, wodurch die weitere Abkühlung des Landes verhindert wird, so daß in dieser Zeit die Winde fast völlig abflauen.

Gezeiten: Hochwasser: 6./II. $12^h\ 45^m$ p. m. Niedrigwasser: 6./II. $7^h\ 45^m$ a. m.
» 7./II. $3^h\ 30^m$ a. m. » 6./II. $8^h\ 30^m$ p. m.
(Am Beobachtungsort.)

Diese Beobachtungsserie bestätigt in ausgezeichneter Weise die Ergebnisse aus Station XIII^I. Die Erscheinungen sind natürlich durch die winterlichen Verhältnisse, welche diese Station repräsentiert, entsprechend modifiziert. Dies drückt sich vor allem darin aus, daß die Flutströmung nicht kühles sondern relativ warmes Wasser bringt, da im Winter der offene Golf warm, die seichten, inselbesäten Lagunen kalt sind.

Zu Beginn der Beobachtung herrscht Ebbe. In den Lagunenkanälen liegt das von den Teichflächen abgeflossene kalte salzreiche Wasser. Die vertikale Temperaturabnahme und Salzgehaltszunahme ist relativ groß, denn die Strömung ist bei Gezeitenwechsel sehr unbedeutend. Es kann daher der kühle salzreiche Unterstrom, der — vielleicht unabhängig vom Gezeitenphänomen — aus der Richtung von Grado kommt, hervortreten.[1] Mit zunehmender Flutströmung tritt ein rasches Steigen der Temperatur und starkes Sinken des Salzgehaltes ein und die vertikalen Differenzen werden sehr gering. Der Salzgehalt verhält sich also wie im Sommer, die Temperatur aber entgegengesetzt. Durch das Einströmen von Golfwasser wird daher die Mitteltemperatur des Lagunenwassers im Sommer erniedrigt, im Winter erhöht, mithin die Jahresamplitude vermindert. Der Salzgehalt wird dadurch stets vermindert, weil die Flutwelle, wie bei Beobachtung XIII^I gezeigt, aus dem wenig salzreichen nordöstlichsten Teile des Golfes kommt und durch die Sandbarren, die den Lagunenkanälen vorliegen, das Eindringen des salzreichen Tiefenwassers verhindert wird. Überdies bestätigen auch die an unserem Beobachtungstage bei Hochwasser (1^h p. und 3^h a.) auftretenden Temperaturen (2° bis 3·2°) und Salzgehaltswerte (32·40 bis 32·95‰), daß das Flutwasser aus dem angegebenen winterlich kalten und salzarmen Gebiete stammt. Denn die Winterbeobachtungen von 1905 zeigen, daß nur gegen den Golf von Monfalcone so niedere Temperaturen und Salzgehalte zu treffen sind, während in den südlichen oder zentralen Teilen des Golfes — wozu auch Beobachtung XII verglichen werden kann — Temperaturen von zirka 8° und Salzgehalte über 38‰ herrschen.

Verfolgen wir nun die Entwicklung im Laufe des Tages weiter, so sehen wir, daß bei Hochwasser und daher nahezu vollständig fehlender Gezeitenströmung die vertikalen Temperatur- und Salzgehaltsdifferenzen wieder größer werden. In der Tiefe tritt bereits 1^h p. ein schwacher wie die Ebbeströmung gerichteter Strom auf. Wir möchten ihn nicht als beginnende Abflußströmung auffassen, denn diese beginnt, wie wir bei Station XIII bereits gesehen haben, von oben, da ja das Wasser der Teichflächen bei sinkendem Wasserstande in den Kanälen sich von oben über das Kanalwasser ausbreitet. Außerdem müßten wir dann in der Tiefe einen raschen Anstieg von Temperatur und Salzgehalt noch vor dem Einsetzen an der Oberfläche erwarten. Statt dessen bleiben beide Faktoren fast konstant. Wir haben hier offenbar den bereits erwähnten Tiefenstrom vor uns, der nur beim Stillstehen der Gezeitenströmungen fühlbar wird. Bald beginnt aber die Ebbeströmung lebhaft einzusetzen und Temperatur und Salzgehalt werden wieder gleichförmig und beginnen zugleich zu steigen. Denn Hochwasser trat ja zur Mittagszeit ein und auf den Teichflächen konnte sich bei heiterem Himmel und intensiver Sonnenstrahlung das Wasser stark erwärmen und seinen Salzgehalt konzentrieren. Während aber der Salzgehalt wie begreiflich

[1] Die Temperaturbeobachtung für das Bodenwasser um 8^h a. wäre darnach als unrichtig, und zwar zu hoch anzunehmen.

bis zur Stromumkehr (8 bis 9^h p.) steigt, beginnt die Temperatur bereits ab 5^h p. zu fallen, da nun die Ausstrahlung die Oberhand gewinnt. Dies drückt sich auch darin aus, daß die seit 10^h a. infolge Einstrahlung stets anotherme Schichtung nun eben infolge der Ausstrahlung kathotherm wird und fast bis zum Schlusse der Beobachtung bleibt, wo sich mesotherme Schichtung einzustellen beginnt. Während Niedrigwasser und schwacher Strömung sind die vertikalen Differenzen wieder groß. Wie nun vom neuen das Wasser lebhafter zu steigen beginnt, werden diese Unterschiede wieder kleiner, der Salzgehalt sinkt, aber die Temperatur steigt bis 12^h nachts. Denn die hohe Bewölkung der vorhergehenden Stunden hat die nächtliche Abkühlung der Oberflächenschichten im Golfe, die infolge der geringen winterlichen Dichtenunterschiede und der daher ausgiebigen Konvektion ohnehin nur gering ist, fast ganz unterbunden. Als sich aber nach 12^h n. der Himmel aufklärt, da beginnt sich trotz der Flutströmung eine Abkühlung geltend zu machen. Sie ist aber sehr schwach, denn sie entspricht ja der Abnahme im Golfe, die durch den Flutstrom gleichsam in die Lagunen verpflanzt wird. Erst mit Eintritt von Fallendwasser nimmt die Temperatur rasch ab und der Salzgehalt beginnt natürlich zu steigen. Denn nun fließt ja das in den sternenklaren Stunden nach Mitternacht auf den Teichflächen stark erkaltete Wasser durch die Kanäle in den Golf ab.

Fassen wir nun die Resultate dieser Betrachtung zusammen, so ergeben sich folgende Sätze über die Wirkung der Gezeitenströmungen auf Temperatur und Salzgehalt in den Lagunen.

1. Die vertikalen Temperatur- und Salzgehaltsunterschiede werden durch diese Strömungen stark ausgeglichen. So liefern zum Beispiel die Perioden starker Strömung[1] eine mittlere Salzgehaltszunahme von $0 \cdot 09^0/_{00}$, die Perioden schwacher Strömung aber eine solche von $0 \cdot 40^0/_{00}$.

2. Der normale tägliche Temperaturgang wird mehr oder weniger modifiziert. Während im offenen Golfe und überhaupt in Seen und Meeren die Temperaturänderung von Stunde zu Stunde bei gleich bleibender Witterung nur innerhalb enger Grenzen schwankt und die Übergänge sich allmählich vollziehen, wechseln hier unter dem Einflusse der Gehzeitenströmungen Perioden außerordentlich starken Anstieges (zum Beispiel um $3 \cdot 8°$ in 2 Stunden; vergl. p. 52) oder Abfalles mit stundenlangen Perioden fast unveränderter Temperatur. Während in Meeren bei unveränderter Witterung die Temperatur stets während derselben Tagesstunden über respektive unter dem Mittel liegt, hängt dies in den Lagunen in erster Linie von der Beziehung zwischen Tageszeit und Gezeitenphase ab, so daß die Eintrittszeiten der Media periodischen Verschiebungen ausgesetzt sind. Im Falle unserer Beobachtung geht diese Verschiebung so weit, daß der Temperaturgang in direktem Gegensatz zum normalen Temperaturgang von Gewässern und allen bisher bekannten Erscheinungen steht. So bleibt die Temperatur des Wassers von 2^h p. bis 3^h a. fast konstant, obgleich in derselben Zeit die Lufttemperatur um $3 \cdot 8°$ sinkt und trotz vollkommener Aufheiterung und nördlicher Winde ist die Wassertemperatur selbst um 4^h a. noch höher als um 1^h p.

3. Die Tagesschwankung der Temperatur ist unter dem Einflusse der starken Erwärmung auf den Teichflächen bei Tag und der starken Abkühlung bei Nacht sehr groß, erreicht zum Beispiel am Beobachtungstage $3 \cdot 0°$, und nimmt zufolge der lebhaften Strömungen mit der Tiefe nicht ab.

4. Der Salzgehalt schwankt periodisch mit Ebbe und Flut, indem er aus den bereits angeführten Gründen bei Steigendwasser ab-, bei Fallendwasser zunimmt.

Auch bei dieser Beobachtung können wir endlich konstatieren, daß die Beziehungen zwischen Luft- und Wassertemperatur nur gering sind, da erstere ja dem Einflusse der Gezeiten entzogen und von den meteorologischen Verhältnissen bestimmt ist. Enorm ist infolge des heiteren ruhigen Wetters der Anstieg von 7^h a. bis 3^h p.; er beträgt $8°$. In dieser großen Amplitude zeigt sich klar, wie hier in den Lagunen der

---

[1] 10^h a. bis 12^h m., 3^h bis 4^h p., 12^h n. bis 2^h a., 6 bis 7^h a. Die Beobachtungen ergeben bereits eine Stunde vor Beginn dieser Perioden starke Strömung, die Wirkung auf Salzgehalt und Temperatur tritt aber erst später ein. Deshalb wurden die zugehörigen Salzgehaltswerte zur Gruppe mit schwacher Strömung geschlagen.

Gang der Lufttemperatur — zumal bei meist nördlichem Landwind — schon stark durch den Temperatur gang des trockenen Landes beeinflußt wird. Und es weist auch keine Beobachtung im Golfe eine nur annähernd so große Amplitude der Lufttemperatur oder einen ähnlich bedeutenden Überschuß der Luft über die Wassertemperatur (3^h p. : 2·0°) auf.

14. Station X^l (Nr. 15 des März 1906).

(Vergl. Tabelle X.)

Position: Wie bei der vorhergehenden Beobachtung.

Beobachtungszeit: 1906, 17./III. 7^h a. bis 7^h p.

Witterungsverhältnisse: Der Luftdruck ist gleichmäßig über die Adria verteilt. Unter dem Einflusse eines schwachen Luftdruckmaximums im Nordwesten der Alpen dauern die nördlichen Landwinde bis 2^h p. Erst um 3^h p. setzt der Seewind ein. Die Bewölkung ist besonders morgens und abends hoch.

Gezeiten: Hochwasser: 3^h 30^m p. m. Niedrigwasser: 10^h a. m.

(Am Beobachtungsorte.)

Diese Beobachtungsserie steht in einem lehrreichen Gegensatz zu den bisher behandelten Lagunenbeobachtungen. Sie fällt nämlich auf Eintritt des letzten Mondviertels, also auf taube Gezeit.[1] Infolgedessen waren die Gezeitenströmungen meist nur sehr schwach entwickelt und ihre oben besprochenen Wirkungen treten zurück, dagegen machen sich andere sonst durch sie ganz oder teilweise unterdrückte Erscheinungen umso fühlbarer.

So gelangt die bisher durch die lebhaften Gehzeitenströmungen verdeckte und nur indirekt aus Temperatur und Salzgehalt erschlossene, in der Tiefe des Kanals dell'uomo morto nach Nordost ziehende Strömung nun in den Strömungsbeobachtungen (vergl. bes. 12^h m. bis 3^h p.) selbst zum Ausdruck. Da sie Temperatur und Salzgehaltsgang in der Tiefe bestimmt, in der Oberschichte aber die Wirkung der Sonnenstrahlung und der Gezeitenströmungen dominieren, so muß der Temperatur- und Salzgehaltsgang in beiden Schichten verschieden und die vertikale Differenz wenigstens zeitweise bedeutend sein. — Bei Beginn der Beobachtung herrschte Fallendwasser. Da der Himmel nachts über bedeckt gewesen war, so hatte sich das Wasser auf den Teichflächen nicht stark abgekühlt und die Oberschichte war nur wenig kälter (0·15°) als die Unterschichte, die Schichtung mesotherm. Als gegen 9^h a. die Bewölkung rasch abnahm, der nördliche Landwind abflaute und die Ebbeströmung gleichzeitig zum Stillstand gelangte, da nahm die Temperatur der Oberfläche infolge Sonnenstrahlung rasch zu (1·2° in 2^h), während die Tiefenschichte ihre Temperatur behielt. Mit Fühlbarwerden der Flutströmung erlitt dieser Anstieg der Oberfläche für kurze Zeit eine Unterbrechung, da ja in dieser Jahreszeit der offene Golf bereits etwas kühler als die Lagune ist. Um 12^h m. machte sich aber wieder eine freilich mäßigere Temperaturzunahme (0·7° in 3^h) bemerkbar entsprechend der oberflächlichen Erwärmung des bei schwacher Strömung sich wenig mit dem Tiefenwasser mischenden Flutstromes. Als gegen 4^h p. der Ebbestrom einsetzte, da begann die Temperatur an der Oberfläche zu fallen. Diese Erscheinung beruht offenbar auf Kombination dreier Umstände: auf der Zunahme der Bewölkung, der Auffrischung der Winde und auf der Mischung mit dem kühleren Tiefenwasser infolge lebhafter Entwicklung des Ebbestroms. Die Kraft dieses Ebbestroms erklärt sich bei der geringen Ausbildung der Gezeiten daraus, daß er von oben her durch den lebhaften nun aus Südwest wehenden Wind, von unten her durch den gleichgerichteten Unterstrom begünstigt wird. Die von 5^h p. ab wieder beginnende, bedeutende Erhebung der Wassertemperatur, die diesmal sich in der ganzen Wassersäule bis zum Grund bemerkbar macht, dürfte am ehesten darauf zurückzuführen sein, daß, durch Wind und Ebbeströmung begünstigt, sich nun die Unterströmung bis zur Oberfläche ausbreitet. Allerdings war bisher das Tiefenwasser kühler als die Oberfläche, aber ein Vergleich der Temperatur-

[1] In Pola betrug am selben Tage der Wasserstandsunterschied zwischen Frühebbe und Nachmittagsflut bloß 7 *cm*. Etwas rascher ist alsdann das Sinken bis 8^h p. (9 *cm*).

und Strömungsbeobachtungen ab 12^h m. beweist, daß bei zunehmender Intensität der Tiefenströmung die Temperatur der Unterschichte ansteigt, so daß man von der außerordentlichen Zunahme und Ausbreitung dieser Strömung ab 4^h p. ein bedeutendes Ansteigen der Temperatur erwarten muß. Andrerseits deutet der gleichzeitige Abfall der Lufttemperatur (ab 5^h p.) an, daß die Erwärmung nicht von oben ausgehen dürfte.

Wie der Verlauf der Temperaturen, so verhält sich auch der Gang des Salzgehaltes [1] in den beiden Wasserschichten verschieden.

In der Oberschichte (0 bis 2 *m*) finden wir bei Fallendwasser stets Salzgehaltszunahme, bei Steigendwasser Salzgehaltsabnahme, und zwar weicht der Salzgehalt dieser Schichte in ersterem Falle um + 0·26‰, in letzterem Falle um — 0·33‰ vom Mittelwert ab. [2] In den Salzgehaltsschwankungen der Unterschichte dagegen erscheinen die Gezeiten nur schwach angedeutet und der Hauptsache nach ist hier der Gang des Salzgehaltes nahezu parallel dem Gange der Temperatur. Der Salzgehalt bleibt also fast unverändert bis 12^h und beginnt dann mit zunehmender Unterströmung rasch zu steigen. Mit zunehmender Stärke der Ebbeströmung ab 5^h tritt eine stärkere Mischung ein, so daß die Salzgehaltszunahme in der Tiefe vermindert, an der Oberfläche verstärkt wird.

Fassen wir die Ergebnisse zusammen, so ergibt sich folgendes Bild. Bei schwacher Entwicklung der Gezeiten machen sich in der Tiefe der Lagunenkanäle von den Gezeiten unabhängige Strömungen bemerkbar, die hier Temperatur- und Salzgehalt bestimmen und unter günstigen Umständen bis an die Oberfläche reichen können. Die Gezeitenströmungen beschränken sich auf pie Oberschichte und bestimmen deren Salzgehaltsschwankungen. Dagegen steht der Temperaturgang dieser Schichte in naher Beziehung zur Sonnenstrahlung, da bei sehr schwachen Strömungen die Wassermischung nur sehr geringe ist. Infolge dieses verschiedenen Verhaltens der Ober- und der Unterschichte und der geringen Vermischung sind die vertikalen Temperatur- und Salzgehaltsdifferenzen viel bedeutender als bei kräftigen Gezeiten. Betrug zum Beispiel die mittlere Temperaturabnahme von der Oberfläche bis zum Grunde am 14. bis 15. Juli 1908 (Station XIII*l*) bloß 0·12°, so beträgt sie an unserem Beobachtungstage 1·08°; die Salzgehaltsdifferenz war damals 0·06‰, diesmal aber 2·14‰. Während endlich bei kräftigen Gezeiten die Tagesschwankung der Temperatur und des Salzgehaltes bis zum Grund gleich groß war, sinkt hier die Temperaturschwankung von 2·60° an der Oberfläche auf 0·85° am Grunde, die Salzgehaltsamplitude von 2·15‰ auf 0·90‰.

Die Lufttemperatur steigt tagsüber bis 2° über die Wassertemperatur. Das bestätigt ebenso wie das entgegengesetzte Verhalten von Luft- und Wassertemperatur von 5^h p. ab die schon bei den vorhergehenden Beobachtungen gemachten Folgerungen, daß in den Lagunen Gang und Höhe der Lufttemperatur nicht mehr durch die Wasserflächen, sondern durch das Land bestimmt wird.

15. Station XIII*l* (Nr. 29 des Juli 1905).

(Vergl. Tabelle III*l*.)

Position: 45° 41′ 42″ nördlicher Breite; 13° 21′ 24″ östlicher Länge v. Gr. (Lagunenkanal vor dem Turm S. Pietro d'Orio); Wassertiefe je nach Schiffslage 8·5 bis 12 *m*.

Beobachtungszeit: 1905, 18. Juli 6^h a. m. bis 7^h p. m.

---

[1] Unter den Salzgehaltswerten finden sich mehrere ganz aus ihrer Reihe herausfallende Werte, die aus manchen Gründen (Ausmaß und Richtung der Abweichung, abgeschwächtes Auftreten auch in der benachbarten Tiefe) nicht ohneweiteres als Beobachtungsfehler aufgefaßt werden können. Doch wurden sie für die Analyse der Beobachtung durch (4) interpolierte Werte ersetzt.

[2] Die Berechnung erfolgte nach der Kombination $\left(\frac{a}{2} + b + 2c\right) : 3 \cdot 5$.

Witterungsverhältnisse: Über der Adria herrscht relativ schwacher Luftdruck und bei südwestlichen Winden meist trübes, regnerisches Wetter.

Gezeiten: Hochwasser: $12^h\ 30^m$ p. m. Niedrigwasser: 6^h a. m.
(Am Beobachtungsort.)

Die bisher besprochenen Beobachtungen entstammten einem Lagunengebiete, das keine Süßwasserzufuhr besitzt. Die vorliegende Station III' liegt dagegen in dem Kanal Pietro d'Orio, der das Wasser der Natissa aufnimmt und dem Meere zuführt. Es verbinden sich daher in diesem Gebiete die oben abgeleiteten typischen Lagunenverhältnisse mit Erscheinungen, die auf der Überdeckung des Salzwassers durch Süßwasser beruhen. Allerdings kommen am Beobachtungsorte diese Vorgänge nur mehr sehr abgeschwächt zum Ausdrucke, da wir dort bereits zu weit von der Mündung des kleinen Flusses entfernt sind (5·5 *km*), so daß seine Wirkung nur mehr in einer starken Herabminderung des Salzgehaltes der Oberfläche, nicht aber in einer völligen Aussüßung der Oberschichte besteht. Aber noch in einer anderen Beziehung unterscheidet sich dieses von dem bisher behandelten Lagunengebiet. Es empfängt die Flutwelle nicht wie letzteres durch den Kanal Primero, der sich nur 7 *km* westlich der Isonzomündung in den Golf öffnet, sondern auf dem viel kürzeren Weg durch den Kanal Pietro d'Orio. Dieser mündet aber über 16 *km* westlich des Isonzo nahe von Grado. Der Salzgehalt der eindringenden Flutwelle ist daher hier viel größer, während gleichzeitig infolge der aussüßenden Wirkung der Natissa der Salzgehalt des Lagunenwassers hier geringer als bei Barbana ist. Als Folge davon macht sich hier der Eintritt von Steigendwasser nicht durch eine Verminderung sondern durch eine Erhöhung des Salzgehaltes bemerkbar. Wie sich nun die Erscheinungen im einzelnen vollziehen, wollen wir aus der Analyse der Beobachtung ersehen.

Bei Beginn der Untersuchung herrscht tiefe Ebbe. An der Oberfläche fließt ungehemmt das an der Beobachtungsstelle allerdings schon stark mit Salzwasser vermischte Natissawasser ab, während in der Tiefe salzreicheres Wasser lagert. Der mittlere Salzgehalt der ganzen Wassersäule[1] hat sein Minimum (29·84‰), die vertikale Salzgehaltsdifferenz ihr Max. (3·09‰) erreicht. Infolge des letzteren Umstandes war die Konvektion gehemmt und die Abkühlung während der vorausgegangenen Nachtstunden blieb auf die Oberfläche beschränkt und die Temperaturschichtung wurde katotherm (0 *m*: 25·6°, 10 *m* (Gr.): 26·2°). Wie nun der Flutstrom einsetzt, da beginnt der Salzgehalt in allen Tiefen zu steigen. Um 9^h a. erreicht der Flutstrom seine größte Intensität und der Salzgehalt nimmt am stärksten zu. Die erheblichste Zunahme (6·78‰) weist die Oberfläche auf, da durch die Flutwelle das Natissawasser zurückgestaut wird. Daher erreichen auch bei Hochwasser die vertikalen Salzgehaltsunterschiede ihr Minimum (12^h m.: 0·18‰). Aber auch in den Temperaturverhältnissen bringt der Flutstrom eine bedeutende Veränderung zustande Schon bei Beginn von Steigendwasser fällt die Temperatur von 1 *m* Tiefe ab langsam; nur die Oberfläche wärmt sich bei unbedecktem Himmel und Windstille unter der Einwirkung der Sonnenstrahlung noch etwas an. Mit Zunahme der Flutströmung fällt die Temperatur in allen Schichten, jedoch mit nach obenhin abnehmender Intensität, so daß die Temperaturschichtung anotherm wird (9^h a.: 0 *m*: 25·5°, Gr.: 24·8°). Auf den ersten Blick erscheint vielleicht dieser allgemeine Abfall nicht erklärlich, da doch das Wasser im offenen Golf nachts wärmer als in den Lagunen bleibt und daher die Vormittagsflut relativ warmes Wasser bringen sollte. So müßten wir es auch bei Barbana treffen. Hier aber wurde bei Ebbestrom infolge Überdeckung des Lagunen- mit Natissawasser die Salzgehaltsschichtung sehr verschärft und dadurch die Abkühlung auf die abfließende oberste Schichte beschränkt. Im Golfe dagegen konnte die allmähliche nächtliche Temperaturabnahme auch in größerer Tiefe Platzgreifen. Als nun der Flutstrom sehr mächtig wurde und den Kanal rasch mit Golfwasser zu füllen begann, da machte sich am Beobachtungsorte die gesamte Abkühlung, die im Golfe im Laufe der Nacht eingetreten war, in wenig mehr als einer Stunde fühlbar. Die Abkühlung muß, wie es auch die Beobachtung bezeugt, mit der Tiefe zunehmen. Daß aber

---

[1] Berechnet nach der Kombination $\left(\frac{a}{2} + 2b + 4{\cdot}5c + 3d\right) : 10$.

bei Flutstrom auch die Temperatur der Oberfläche abnimmt, muß auf andere Weise erklärt werden. Denn in den Lagunen hatte sich ja die Abkühlung auf die Oberfläche konzentriert und wir müßten eher ein Ansteigen erwarten. Und dies würde wohl auch eintreten, wenn in dem außerordentlich lebhaften Gezeitenstrom nicht eine Abkühlung der Oberschichte durch Mischung mit der Unterlage einträte. Diese Abkühlung durch Mischung erkennt man auch daran, daß die Temperaturdifferenz selbst um 9^h a. bloß 0·7° beträgt und daß die Temperatur an der Oberfläche und in 1 *m* Tiefe noch bis 10^h a. sinkt, während sie gleichzeitig in 3·5 *m* unverändert bleibt und am Grunde steigt. Meteorologische Gründe — die Zunahme der Bewölkung und der Windstärke sowie Niederschlag — tragen wesentlich bei, die Abkühlung der Oberfläche zu vermehren und so tritt das Temperaturminimum der ganzen Wassersäule, das wir bei normalem Wetter um 9^h a. erwarten müßten, um 12^h ein (25·10°).

Bald nach Mittag setzt der Ebbestrom ein. Es kommt daher das Wasser der Teichflächen und der Natissa zum Abfluß. Solange erstere noch einen bedeutenden Wasservorrat haben, tritt demgegenüber die Wirkung der Natissa noch ganz zurück. Da sich aber auf den Teichflächen, wie wir schon früher gesehen haben, der Salzgehalt konzentriert, so steigt mit Beginn von Fallendwasser der Salzgehalt noch etwas und erst um 2^h p. wurde das Maximum des Salzgehaltes der ganzen Wassersäule erreicht (34·45‰). Nur an der Oberfläche kann das Natissawasser auch um diese Zeit die Zunahme des Salzgehaltes verhindern und die vertikalen Salzgehaltsunterschiede werden daher wieder größer (2^h p. 0·61‰). Mit zunehmender Ebbe entleeren sich allmählich die Teichflächen, im abfließenden Strom tritt die Bedeutung der Natissa immer mehr hervor und ihr Einfluß greift infolge Wassermischung durch die schon kräftig gewordene Ebbeströmung auch in die Tiefe, wenngleich ihr Hauptwirkungsbereich die Oberschichte bleibt. Es sinkt daher der Salzgehalt in allen Schichten, wenn auch nicht so stark als bei der doppelt so tiefen Frühebbe und die Unterschiede nehmen zu (6^h p.: 1·23‰). — In der Temperatur bewirkt der Ebbestrom eine Zunahme von der Oberfläche bis zum Grunde, da ja das auf den Teichflächen erwärmte Wasser zum Abflusse kommt. In den ersten Stunden steigt die Temperatur der Oberschichte (0 bis 1 *m*) viel rascher als in der Tiefe, da bei noch schwachem Strom, Aufheiterung und Windstille die Wirkung der Insolation zur Geltung kommt; es erreichen daher die Temperaturunterschiede ihr Maximum (4^h p.: 1·3°). Sobald aber der Strom intensiv wird, beginnt Wassermischung einzutreten und ähnlich wie um 9^h a. nimmt in dieser Zeit (4 bis 5^h p.) die Temperatur in 0 *m* und 1 *m* ab, bleibt bei 3·5 *m* unverändert und steigt in der Tiefe umso lebhafter. Gegen Schluß der Beobachtung sind die Temperaturdifferenzen ganz unbedeutend, die Mitteltemperatur ist aber viel höher als bei Beginn der Beobachtung, denn in den Lagunenkanälen liegt nun Golfwasser, das von der Mittagsflut stammt, daher wärmer sein muß als das Wasser der Mitternachtsflut, das bei Beginn der Beobachtung die Tiefe einnahm.

Überblicken wir diese Ergebnisse, so sehen wir in der Tat, wie eingangs ausgeführt, in diesem Lagunengebiet mit Süßwasserzufuhr die typischen Lagunenverhältnisse, die sich aus der Überflutung der Teichflächen durch das Flutwasser ergeben, modifiziert durch die Ausbreitung einer Süß- respektive Brackwasserdecke über dem Salzwasser. Es tritt damit eine Annäherung an die Verhältnisse im Mündungsgebiet von Flüssen ein, die sich aber wieder dadurch unterscheiden, daß dort die Erscheinungen fehlen, die sich aus der Überschwemmung der angrenzenden Landfläche ergeben. Die hier dargelegten Unterschiede in den Temperatur- und Salzgehaltsverhältnissen von Lagunen ohne und mit Süßwasserzufluß lassen endlich erkennen, daß durch die Ableitung der Flüsse, wie sie in der Lagune von Venedig und im Val Commacchio zum Zwecke der Erhaltung der Lagune vorgenommen wurden, nicht nur die morphologischen sondern auch die physikalischen und damit auch die biologischen Verhältnisse wesentlich beeinfluß werden mußten.

---

2. Abschnitt.

Zusammenfassung der vielstündigen Beobachtungsreihen.

Im Folgenden soll der Versuch unternommen werden durch Zusammenfassung der bisher einzeln analysierten Beobachtungen in mehrere Gruppen und durch Bildung von Mittelwerten weitere Ergebnisse über den täglichen Gang der Wasser- und Lufttemperatur und ihre Beziehungen abzuleiten. Ausgeschlossen müssen davon die Lagunenbeobachtungen bleiben, da infolge der Verschiebung der täglichen Temperaturphase durch das Gezeitenphänomen eine Mittelbildung nur bei einer außerordentlich großen Zahl von Beobachtungen einen Sinn hätte. Wir werden uns daher auf die Beobachtungen aus dem Golf beschränken, dieselben nach Jahreszeiten und Witterungsverhältnissen gruppieren und die Resultate durch Heranziehung der Einzelbeobachtungen zu stützen suchen.

1. Der Gang der Luft- und Wassertemperatur.

a) Im Sommer im allgemeinen.

(Vergl. Tabelle 24 und Tafel VII.)

Für diese Zwecke stehen uns fünf 24stündige Beobachtungen zur Verfügung, von denen zwei (I, XIV) drei Seemeilen südlich von Grado, zwei (IV, XV) nördlich von Pirano und eine (V) schon außerhalb des Golfes bei Umago angestellt ist. Die Ableitung der Mittelwerte geschah auf folgende Weise: Es wurden die stündlichen Abweichungen der Oberflächentemperaturen vom Tagesmittel für alle Stationen berechnet und daraus die Stundenmitteln der Abweichungen hergeleitet.[1] Dabei ergab sich der Endwert der Reihe um 0·1° höher als der Anfangswert; um diesen Betrag steigt also in der Beobachtungszeit[2] die Oberflächentemperatur des Wassers durchschnittlich im Laufe eines Tages noch an. Von dieser unperiodischen Änderung wurde die Reihe behufs besserer Vergleichbarkeit mit dem von E. Mazelle auf Grund zehnjähriger Beobachtungen analog berechneten täglichen Gang der Lufttemperatur in Triest[3] in der Art befreit, daß an den beiden Endwerten die Korrekturen +0·05° respektive −0·05° und gegen die Mitte der Reihe zu entsprechend kleinere Korrekturen (7^h p. ±0·00°) angebracht wurden. Um auch den Einfluß zufälliger Unregelmäßigkeiten zu vermindern, wurde noch eine Ausgleichung nach der Formel $\frac{a+2b+c}{4}$ vorgenommen und aus den so erhaltenen Werten die Temperaturänderung von Stunde zu Stunde berechnet. Auf dieselbe Weise wurde ferner täglicher Gang und stündliche Änderung der Lufttemperatur im Mittel der Beobachtungstage an den Stationen und nach den Thermographenaufzeichnungen des k. k. Maritimen Observatoriums auch für Triest hergeleitet. Schließlich wurden auch die mittleren stündlichen Differenzen zwischen der Wasser- und Lufttemperatur an den Stationen und zwischen der Lufttemperatur an den Stationen und in Triest gebildet. Alle diese Werte sind in Tabelle 24 zusammengestellt. Zum Nachweise der geringen Änderung infolge der Ausgleichung sind auch die unausgeglichenen Werte beigefügt. Eine graphische Darstellung gibt Tafel VII. Um ein Urteil zu erhalten, ob die Reihen

---

[1] Da Station I nicht wie die übrigen 7^h a. sondern 6^h p. begonnen wurde, mußte eine Umstellung der Werte vorgenommen werden. Da die beiden Kurvenstücke aber nicht zusammenpaßten, wurde der Ast 6^h p. bis 7^h a. unter der Annahme reduziert, daß der Temperaturabfall zwischen 5^h und 6^h gleich groß wie bei Station V gewesen sei.

[2] 12. Juli bis 1. August; Mittel: 20. Juli.

[3] E. Mazelle: Einfluß der Bora auf die tägliche Periode einiger meteorologischer Elemente. Denkschr. k. Akad. Wissensch., Wien, math.-nat. Kl., Bd. LXXIII, Wien 1901.

Tabelle 24. **Die Beziehungen zwischen**

	7h a.	8h	9h	10h	11h	12h	1h p.	2h	3h	4h
Täglicher Gang der Wassertemperatur an der Oberfläche (Mittel der Stationen I, IV, V, XIV, XV), ausgedrückt durch Abweichungen vom Mittelwert	-0·44	- ·36	- ·30	-· 01	+· 27	+· 41	+ ·35	+· 41	+ ·37	+ ·43
Täglicher Gang der Lufttemperatur an denselben Stationen	-1·00	-0·70	-0·20	+0·50	+0·70	+0·80	+0·70	+1·20	+1·40	+1·40
Täglicher Gang der Lufttemperatur im Mittel derselben Tage in Triest	-1·20	-0·00	+0·80	+1·40	+1 80	+2·20	+2·20	+2·10	+2·20	+2·30
Einmal ausgeglichen und von der unperiodischen										
Wassertemperatur	-0·39	- ·32	- ·20	+ ·03	+ ·27	+ ·39	+ ·41	+ ·41	+ ·41	+ ·51
Lufttemperatur	-1·05	-0·70	-0·20	+0·35	+0·65	+0·70	+0·80	+1·10	+1·25	+1·35
Lufttemperatur in Triest	-1·15	-0·05	+0·80	+1·40	+1·85	+2·15	+2·20	+2·20	+2·20	+2·2
Änderung der Temperatur der Wasseroberfläche von Stunde zu Stunde		+·07	+·12	+·23	+·24	+·12	+·02	±·00	±·00	±·00
Änderung der Lufttemperatur an den Stationen von Stunde zu Stunde		+·35	+·50	+·55	+·30	+·05	+·10	+·30	+·15	+·10
Änderung der Lufttemperatur in Triest von Stunde zu Stunde		+·11	+·85	+·60	+·45	+·30	+·05	±·00	±·00	±·00
Differenzen der Wasser- und Lufttemperatur an den Stationen	+1·73	+1·45	+1·07	+0·75	+0·69	+0·76	+0·68	+0·38	+0·23	+0·13
Differenzen der Lufttemperatur an den Stationen und in Triest	+0·45	-0·30	-0·65	-0·70	-0·85	-1·10	-1·05	-0·75	-0·60	-0·50

wenigstens annähernd als Repräsentanten mittlerer Sommerverhältnisse betrachtet werden dürfen, wurden zum Vergleiche die oben erwähnten Werte von Mazelle und zwar der Tagesgang im Mittel der Monate Juli und August herangezogen. Dabei ergibt sich, daß die Mitteltemperatur im zehnjährigen Mittel um 0·2° höher, die periodische tägliche Amplitude um ein Fünftel größer (6·0°) und der Temperaturgang gegen die zweite Tageshälfte bis zu ungefähr 50 Minuten verfrüht erscheint. Letzteres dürfte durch eine Eigentümlichkeit unserer Beobachtungstage hervorgerufen sein und wir werden im Folgenden darauf Rücksicht nehmen. Dagegen scheint die größere Amplitude sowie überhaupt der besonders in der ersten Tageshälfte im zehnjährigen Mittel (1886 bis 1895) schärfer ausgesprochene Temperaturgang (vergl. Tafel VII) zu nicht unerheblichem Teile darauf zu beruhen, daß damals die Thermographenaufstellung eine so ungünstige war, daß die Aufzeichnungen stark durch die Strahlung der Umgebung beeinflußt wurden. Wir brauchen demnach darauf kein allzugroßes Gewicht legen und dürfen unsere Mittelwerte als annähernd richtige betrachten, umsomehr als das Mittel der Bewölkung (3·6) und Windstärke (1·8) an den fünf Beobachtungstagen mit dem zehnjährigen Mittel (3·7 respektive 10 *km* pro Stunde) [1] gut übereinstimmt. Wenden wir uns nun der Besprechung des täglichen Temperaturganges, dessen wichtigste Elemente in Tabelle 25 zusammengestellt sind, selbst zu.

Die Wasseroberfläche erreicht darnach das Temperaturmaximum zwischen 3 bis 4^h p., das Minimum zirka 5^h a. Fast zur selben Zeit treten die Extreme auch in der Luft und zwar sowohl an den Stationen als in Triest ein. Da aber gerade zur Zeit der Extreme die Temperaturänderung nur sehr gering ist und ihre Bestimmung demnach nicht sehr sicher sein kann, wollen wir uns lieber an die Eintrittszeit der

[1] Ergibt nach Knipping's Umrechnungstabelle etwas weniger als Windstärke 2 nach Beaufort.

Luft- und Wassertemperatur im Sommer.

5^h	6^h	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h	Amplitude
+ ·35	+ ·36	+ ·25	+ ·15	+ ·04	− ·09	− ·10	− ·13	− ·18	− ·23	− ·32	− ·46	− ·40	− ·40	− ·34	0·89
+1·40	+1·10	+1·40	+0·90	+0·50	+0·10	−0·30	−0·60	−0·90	−1·10	−1·60	−1·75	−1·90	−1·70	−1·10	3·30
+2·10	+1·70	+0·60	+0·10	−0·30	−0·70	−1·10	−1·80	−2·20	−2·20	−2·20	−2·70	−2·80	−2·60	−1·10	5·10
Änderung befreit nach Formel $(a+2b+c):4$															
+ ·38	+ ·34	+ ·25	+ ·15	+ ·045	− ·07	− ·12	− ·16	− ·21	− ·27	− ·36	− ·44	− ·46	− ·43	− ·39	0·87
+1·30	+1·25	+1·20	+0·90	+0·50	+0·10	−0·30	−0·60	−0·90	−1·15	−1·45	−1·70	−1·75	−1·55	−1·05	3·10
+2·10	+1·50	+0·75	+0·10	−0·30	−0·70	−1·20	−1·70	−2·10	−2·25	−2·35	−2·65	−2·75	−2·35	−1·15	5·00
−·03	−·04	−·09	−·10	+·105	−·115	−·05	−·04	−·05	−·06	−·09	−·08	−·02	+·03	+·04	0·07
−·05	−·05	−·05	−·30	−·40	−·40	−·40	−·30	−·30	−·25	−·30	−·25	−·05	+·20	+·50	0·26
−·10	−·60	−·75	−·65	−·40	−·40	−·50	−·50	−·40	−·15	−·10	−·30	−·10	+·40	+1·20	0·41
+0·15	+0·16	+0·12	+0·32	+0·615	+0·90	+1·25	+1·51	+1·76	+1·95	+2·16	+2·33	+2·36	+2·19	+1·73	+1·07
−0·45	+0·10	+0·80	+1·15	+1·15	+1·15	+1·25	+1·45	+1·55	+1·45	+1·25	+1·30	+1·35	+1·15	+0·45	+0·36

Media halten. Diese erscheinen an der Wasseroberfläche zirka $9^h 40^m$ a. und $9^h 40^m$ p., in der Luft darüber um eine ähnliche Zeit.[1] Dagegen treten die Media der Lufttemperatur zu Triest zirka 8^h a. und 8^h p. also um fast $1^3/_4$ Stunden früher auf. Diese Unterschiede sind also außerordentlich groß und zeigen in typischer Weise die langsame Erwärmung und stark verzögerte Abkühlung des Meeres, welch' letztere den Aufenthalt im Freien an weit in das Meer hinaus vorgeschobenen Punkten, wie zum Beispiel in Pirano, bis in die ersten Nachtstunden ohne Gefahr einer Verkühlung so angenehm gestalten. Schon die Tatsache, daß diese Verspätung auch in der Luft über dem Meere auftritt, deutet an, daß die heute geltende Ansicht, daß der Gang der Lufttemperatur über dem Wasser von dem Temperaturgange der Unterlage entschieden unabhängig sei[2], einer Einschränkung bedarf. Das bestätigt auch eine Betrachtung der periodischen täglichen Temperaturamplitude. Sie beträgt für die Wasseroberfläche 0·9°, für die Luft über dem Meere 3·2°, für die Luft in Triest aber 5·1°. Obwohl wir uns also einerseits in Triest noch hart am Meere und an unseren Stationen anderseits nur in ganz geringer Entfernung vom Lande befinden, und obwohl schließlich durch die Wirkung von Land- und Seewind eine Verringerung der Amplitude an der Küste und eine Vergrößerung über dem Meere (in Küstennähe) hervorgerufen wird, so beträgt dennoch der Unterschied der Amplituden nahezu 2°. Das kann nur daraus erklärt werden, daß der Temperaturgang der Unterlage ausschlaggebend für den Gang der Lufttemperatur ist. Wir werden im Folgenden dafür noch gewichtigere Gründe vorbringen, vorher aber zeigen, wie durch den täglichen Windwechsel der Temperaturgang beeinflußt wird.

---

[1] Der Wert 10^h 45 ^{m} p. erscheint allerdings zu groß.

[2] Vgl. O. Krümmel: Handb. d. Ozeanographie, 2. Aufl., Bd. I, p. 386.

Tabelle 25. **Elemente des täglichen Ganges der Luft- und Wassertemperatur im Sommer.**

		Lufttemperatur			Wassertemperatur
		Triest (Juli bis Aug.) 1886 bis 1895	Triest Mittel der 5 Beobachtungstage	Auf d. Meere Mittel d. 5 Beobachtungstage	Mittel der 5 Beobachtungstage
Eintrittszeit	Media	$7^h\,24^m$ a.; 7^h24^m p.	$7^h\,55^m$ a.; 8^h16^m p.	$9^h\;9^m$ a.; 10^h45^m p.	$9^h\,43^m$ a.; 9^h39^m p.
	Maximum	3^h p.	3^h p.	4^h p.	$3-4^h$ p.
	Minimum	4^h a.	5^h a.	5^h a.	5^h a.
Amplitude	Periodisch	6·0°	5·0°	3·1°	0·87°
	Aperiodisch	8·4°	5·8°	3·8°	1·4°
Stündliche Änderung der Temperatur	5^h a.— 9^h a.	+1·33	+0·95	+0·40	+0·06
	9^h a.—12^h m.	+0·13	+0·47	+0·37	+0·20
	6^h p.—10^h p.	−0·72	−0·55	−0·30	−0·10
	10^h p.— 5^h a.	−0·17	−0·29	−0·26	−0·065
	Mitteltemperatur	23·7	23·5	23·8	24·87

Um die Bedeutung des zirka zwischen 9^h-10^h a. einsetzenden Seewindes zu ermitteln, wurde die stündliche Temperaturzunahme vom Minimum bis 9^h a. und von 9^h a. bis 12^h m. getrennt berechnet. Dabei ergaben sich interessante Erscheinungen. Während in Triest der scharfe Temperaturanstieg bereits zwischen 5^h bis 6^ha. beginnt, aber infolge des Einsetzens des Seewindes schon gegen 10^h a. endet,[1] zeigt die Wasseroberfläche das entgegengesetzte Verhalten. Hier beträgt die stündliche Temperaturzunahme von 5^ha. bis 9^h a. nur 0·04°, von 9^h a. bis 12^h m. dagegen 0·23°, ist also in dieser Zeit sechsmal so groß. Während mithin auf dem Lande mit Eintritt des Seewindes ein »Köpfen« der Temperaturkurve[2] verbunden ist, tritt auf dem Meere gleichzeitig ein steilerer Temperaturanstieg auf. Und auch in diesem Falle zeigt sich wenigstens indirekt eine Beziehung der Lufttemperatur zur Unterlage. Denn die Lufttemperatur an den Stationen läßt keine nennenswerte Änderung des Temperaturanstieges mit Auftreten des Seewindes konstatieren. Offenbar halten sich der abkühlende Einfluß des von der offenen See kommenden Windes und der erwärmende Einfluß der rascheren Temperaturzunahme der Wasseroberfläche das Gleichgewicht.

Endlich zeigen sich in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von W. Schmidt[3] mehrere scharf unterschiedene Perioden im nächtlichen Temperaturgang, wobei die Perioden auf dem Wasser um zirka eine Stunde später als auf dem Lande eintreten. Wir verbinden die Besprechung dieser Erscheinung am besten mit einer vergleichenden Betrachtung der zweistündlichen Temperaturänderungen im offenen Ozean[4] und in unserem Gebiete wie sie in Tabelle 26 zusammengestellt sind. — Vor allem sind die Änderungen in unserem Gebiete bedeutend größer als im offenen Ozean (0·13° respektive 0·08°), da ja auf letzterem Bewölkung, Windstärke und Seegang viel bedeutender ist als in dem heiteren, ruhigen adriatischen Klima und auch die Konvektion bei den geringen vertikalen Dichteunterschieden in der Oberflächenschichte der Ozeane daselbst eine viel größere Rolle als in der scharf geschichteten Adria spielt. Um nun die stündlichen Temperaturänderungen beider Gebiete besser vergleichen zu können, wurden die Adriawerte mit dem Faktor 0·6 multipliziert. Wir erhalten dadurch auch für die Adria eine mittlere Änderung von 0·08° und eine Tagesamplitude von 0·5° (statt 0·9°) wie für den Ozean. Die dann noch verbleibenden Unterschiede in den korrespondierenden Werten müssen auf Eigentümlichkeiten im täglichen Temperaturgange unseres Gebietes zurückgeführt werden. Verfolgen wir nun diese Werte, indem wir vom Temperaturminimum ausgehen, das am Ozean und in der Adria gleichzeitig eintritt. Wir erkennen nun, daß von 4^h a. bis 10^h a.

---

[1] Die enormen Gegensätze im zehnjährigen Mittel sind durch schlechte Aufstellung des Thermographen verursacht.

[2] Vgl. auf Taf. VII den Gegensatz der Temperaturkurven für Triest und Wien.

[3] Studien zum nächtlichen Temperaturgang. Met. Z., 1909, p. 368.

[4] Nach O. Krümmel, Handb. d. Ozeanographie, II. Aufl., Bd. I, p. 383.

Tabelle 26. **Änderung der Oberflächentemperatur im offenen Ozean und im nordadriatischen Küstengebiet von 2 zu 2 Stunden.**

	4^h a.—6^h a.	6^h a.—8^h a.	8^h a.—10^h a.	10^ha.—12^h m.	12^hm.—2^h p.	2^h p.—4^h p.	4^h p.—6^h p.	6^h p.—8^h p.	8^h p.—10^h p.	10^h p.—12^h n.	12^h n.—2^h a.	2^h a.—4^h a.	Mittel
Offener Ozean	+·00	+·07	+·18	+·13	+·10	—·04	—·08	—·13	—·14	—·03	—·03	—.03	±·08
Nordadriatisches Küstengebiet	+·01	+·11	+·25	+·36	+·02	±·00	—·07	—·19	—·22	—·09	—·11	—·17	±·13
Letztere Werte, multipliziert mit 0·6	+·005	+·065	+·155	+·215	+·01	±·00	—·04	—·115	—·13	—·045	—·065	—·10	±·08
Nordadriatisches Küstengebiet: Bewölkung	3·4	2·8	2·5	2·4	2·7	2·9	4·1	4·8	4·5	4·6	4·2	3·6	3·5
Nordadriatisches Küstengebiet: Windstärke	2·2	1·3	1·3	1·4	1·6	1·9	1·6	1·0	1·7	2·1	2·6	2·8	1·8

NB.! An der nördlichen Adria setzt (im Mittel der Beobachtungstage) der Seewind zirka 8^h a., der Landwind vor 8^h p. ein.

in beiden Gebieten die Temperaturzunahme sehr ähnlich verläuft und demnach auch auf dem freien Ozean die oben bereits für die Adria nachgewiesene Tatsache gilt, daß die Temperatur der Wasseroberfläche in den ersten Stunden nach Sonnenaufgang bis 8^h a. langsamer steigt als in den späteren Vormittagstunden, während die Lufttemperatur an der Küste und in schwächerem Maße auch an Kontinentalstationen (zum Beispiel Wien) ihren stärksten Anstieg bereits zwischen 6^h bis 8^h a. erreicht. Wir möchten diese Unterschiede darauf zurückführen, daß bei niedrig stehender Sonne die Reflexion der Sonnenstrahlen von der Wasseroberfläche eine sehr große ist und mit der Sonnenhöhe abnimmt. Da aber mit zunehmender Lufttemperatur um die Mittagszeit nicht nur am Lande sondern auch am Ozean aufsteigende Luftströmungen hervorgerufen werden, wobei Bewölkung und Windstärke zunehmen und daher die Sonnenstrahlung stärker abgehalten und durch Seegang die angewärmte Oberflächenschichte des Meeres mit der Unterlage gemischt wird, so tritt schließlich auch eine Abschwächung der Temperaturzunahme ein, die am Ozean zirka um 10^h a. im nordadriatischen Küstengebiete um 11^h a. (vergl. Tabelle 24) beginnt. Ein Vergleich mit den Angaben über Bewölkung und Windstärke zeigt, daß tatsächlich in unserem Gebiete diese beiden Faktoren wenigstens im Mittel unserer Beobachtungstage erst von Mittag ab stärker zunehmen, womit der scharfe Knick der Temperaturkurve zusammenhängt, der im Mittel einer größeren Zahl von Beobachtungen wohl nur abgeschwächt auftreten würde. Näher wurden diese Vorgänge bereits p. 30 besprochen, worauf wir hier kurz verweisen. Der Temperaturabfall beginnt nach unserer Tabelle am Ozean früher als in unserem Gebiete. Das dürfte aber nur scheinbar und daraus zu erklären sein, daß die ozeanische Reihe sich auf viele Beobachtungen aus den Tropen stützt, wo der Sonnenuntergang mehrere Stunden früher als in unserem Gebiete eintritt. Die Intensität der Temperaturabnahme nimmt weiterhin in beiden Gebieten gleichmäßig zu, erreicht um 10^h p. das Maximum, und wird nachher rasch wieder schwächer. Wir finden also die für den Temperaturgang der Luft über dem Festlande bereits nachgewiesene Erscheinung (vergl. auch Tabelle 25), daß auf eine Periode rascheren Temperaturabfalles um die Zeit des Sonnenunterganges eine Periode langsamerer Abnahme ($9^h/10^h$ p. bis $3^h/4^h$ a.) folgt, auch für die Wasseroberfläche bestätigt. Da für die Meeresoberfläche die bisher für die Luft herangezogenen Gründe nicht gelten können und auch nicht gut denkbar ist, daß bei der ganz verschiedenen vertikalen Dichtezunahme am Ozean und an der Adria die Verminderung der Wärmeabnahme allein auf der hier und dort gleichzeitig lebhaft einsetzenden Konvektion beruhe, so wird es nötig sein, diese Frage noch weiteren Untersuchungen zu unterziehen. Die nur in unserem Gebiete wahrnehmbare verstärkte Temperaturabnahme zwischen 2^h bis 4^h a. darf nicht als allgemein giltig angenommen werden, vielmehr ist sie eine Eigentümlichkeit unserer Beobachtungstage, die um diese Zeit bei Aufheiterung

gleichzeitig ein bedeutendes Zunehmen des Landwindes aufweisen, welch beide Umstände einer raschen Temperaturabnahme günstig sind.

Betrachten wir nun die Temperaturdifferenzen zwischen Wasseroberfläche und Luft. Im Tagesmittel ergibt sich ein Temperaturüberschuß von 1·1° zugunsten des Wassers. Verfolgen wir den Verlauf der Differenzen während des Tages, so zeigt sich vor allem, daß die Lufttemperatur stets unter Wassertemperatur bleibt, wobei allerdings die Differenzen an den späteren Nachmittagsstunden sehr gering werden (Mittel der Stunden 2^h bis 8^h p.: 0·21°), so daß es wohl denkbar wäre, daß sich in einem wahren Sommermittel für diese Tagesstunden sogar ein kleiner Temperaturüberschuß der Luft finden würde. Aber an der Tatsache, daß im Sommer die Lufttemperatur im Mittel kühler als die Wassertemperatur ist, würde sicher nichts geändert werden. Allerdings werden auf offener See die Differenzen zwischen Wasser- und Lufttemperatur geringer sein. Denn in Küstennähe wird die Differenz dadurch vergrößert, daß nachts der Landwind kalte Luft vom Lande auf das Meer hinaus führt, während tagsüber, wenn sich das Land höher als das Meer erwärmt, die Meeresluft von dieser höheren Temperatur keinen Vorteil zieht, weil nun der landeinwärts gerichtete Seewind herrscht. Diese Überlegung bestätigen auch unsere Beobachtungen. So zeigt sich die Einwirkung des Landwindes darin, daß mit seinem Einsetzen (zirka 8^h p.) die Differenzen rasch zu wachsen beginnen, während seiner Herrschaft dauernd hoch bleiben und erst um jene Zeit wieder schnell abnehmen, wo der Landwind auf Seewind dreht (6^h bis 8^h a.). Infolgedessen steigt der Temperaturüberschuß des Wassers bei Sonnenaufgang (4^h bis 5^h a.) auf 2·35° und beträgt selbst im Mittel der Stunden 11^h p. bis 8^h a. noch 1·9°. J. Hann[1] erhält dagegen aus dem Material der Challengerexpedition für den Nordatlantischen Ozean, das die Monate März bis August umfaßt und sich auf eine mittlere geographische Breite von 30° Nord bezieht, für dieselben Nachtstunden eine Differenz von bloß 0·8°. Das kann nur damit erklärt werden,[2] daß hier die Luft nicht solchen nächtlichen Kälteinvasionen ausgesetzt ist wie an der Küste, so daß die warmhaltende Wirkung der Unterlage voll zur Geltung kommen kann. Aber selbst an unseren küstennahen Stationen, auf denen, wie wir eben gesehen haben, der Landwind noch stark fühlbar ist, läßt sich dieser nächtlich erwärmende Einfluß des Meeres noch sehr deutlich nachweisen. Denn im Mittel unserer Beobachtungstage ist während der Nachtstunden von 8^h p. bis 6^h a. die Lufttemperatur über dem Meere um 1·3° wärmer als in Triest. Anderseits ist tagsüber (8^h a. bis 5^h p.) die Luft in Triest um 0·7° wärmer als auf dem Meere. Die enge Beziehung zur Unterlage ist unverkennbar. Im Tagesmittel aber ist die Luft in Triest und über dem Meere gleich warm. Wir erhalten zwar aus unserer Tabelle einen Überschuß von + 0·36° zugunsten den Meeres. Da sich aber die Triester Werte auf eine Seehöhe von 68 *m* beziehen (Observatorium), so muß an ihnen eine Korrektion von + 0·34° angebracht werden, so daß sich Gleichheit ergibt. Dieses Ergebnis ist interessant, denn es zeigt, daß selbst im Sommer die Luft am Meere nicht kühler als an der Küste ist. Das geringere Ansteigen der Lufttemperatur bei Tag wird wettgemacht durch das schwächere Abfallen bei Nacht. Weiter im Innern des Landes allerdings werden die (auf das Meeresniveau reduzierten) Mitteltemperaturen höher sein. Denn an der Küste werden durch den Seewind tagsüber die Temperaturen herabgemindert, während nachts der erwärmende Einfluß des Meeres durch das Vorherrschen des Landwindes größtenteils ausgeschaltet ist.

b) An heiteren Sommertagen.

(Vergl. Tabelle 27 und Tafel VIII.)

Zur Verwendung konnten die Beobachtungen I (Grado), IV (Pirano) und V (Umago) gelangen, da sie alle an heiteren und windstillen Tagen angestellt sind. Das Bewölkungsmittel dieser drei Tage beträgt 1·6, die mittlere Windstärke 1·4. Das Rechnungsverfahren war dasselbe wie im vorhergehenden Falle, doch wurden die Werte natürlich nicht von der unperiodischen Änderung befreit, da gerade letztere die

[1] Vgl. Lehrb. d. Meteorologie, 2. Aufl., 1906, p. 56.

[2] Das Maß der Bewölkung unterscheidet sich in dieser Breite nur wenig von der Bewölkung an der Adria.

zu untersuchende Wirkung der speziellen meteorologischen Verhältnisse, unter denen die genannten Beobachtungen stehen, gut zum Ausdrucke bringt.

Die Eintrittstermine der Extreme und Media sind nahezu dieselben wie für das Sommermittel. Das Maximum der Wassertemperatur erscheint 3^h p., die höchste Lufttemperatur am Meere und in Triest 4^h nachmittags. Die Minima treten überall gegen 5^h morgens auf. Die Media der Wasseroberfläche finden sich 10^h a. m. und 9^h 30^m p. m., die Media der Lufttemperatur 9^h 30^m vormittags und abends. In Triest treten sie $1^1/_2$ Stunden früher (8^h a., 8^h p.) ein. Die Temperaturänderungen im Laufe des Tages weisen dieselben Perioden wie im Sommermittel auf, kommen aber, wie die kleine Tabelle 28 zeigt, noch besser zum Ausdrucke. So ist die temperaturerniedrigende Wirkung des Seewindes auf die Küste noch schärfer zu erkennen, ebenso das entgegengesetzte Verhalten der Meeresoberfläche. Hier erreicht vormittags zwischen 8^h a. bis 11^h a. die stündliche Temperaturzunahme fast 0·3°. Besonders gut zeigt sich der Gegensatz der beiden nächtlichen Perioden: der rasche Abfall vor 10^h p. und die kaum halb so starke Abnahme nach 10^h p. Die Amplitude der Wassertemperatur ist größer als im Sommermittel, da infolge der geringen Bewölkung die Wärmeein- und Ausstrahlung wenig behindert und auch bei den schwachen Winden der Seegang nur ganz unbedeutend ist. Die periodische Amplitude beträgt 1·26°, die unperiodische 1·8°. Auch die Lufttemperatur zu Triest weist eine etwas größere tägliche Schwankung als im Mittel auf. Umso auffallender muß es erscheinen, daß die Amplitude der Lufttemperatur über dem Meere kleiner als im Mittel ist. Die Ursache wird sich bei der Besprechung der trüben Tage ergeben.

Wenden wir uns nun den Temperaturdifferenzen zwischen Wasser und Luft zu, so erhalten wir vor allem die wichtige Tatsache, daß, trotzdem Bewölkung und Windstärke nur sehr gering sind, dennoch die Wasseroberfläche wärmer als die überlagernde Luft ist; und zwar ergibt sich der Unterschied zu 0·36°. Auf die Ursachen dieses von den bisherigen Erfahrungen abweichenden Ergebnisses werden wir weiter unten zu sprechen kommen. Hier wollen wir bloß bemerken, daß allerdings nur von 9^h p. bis 10^h a., also fast nur nachts die Wasser- die Lufttemperatur übertrifft, daß aber dieser Unterschied im Mittel der Stunden 11^h p. bis 8^h a. immerhin 1·0° beträgt und zur Zeit des Sonnenaufganges bis auf 1·2° steigt. In Triest sinkt aber nachts die Lufttemperatur noch tiefer, und von 8^h p. bis 6^h a. ist sie um 1·1° kühler als am Meere. Ein weiterer Beweis für die nachts warmhaltende Wirkung des Meeres. Dagegen ist die Luft von 11^h a. bis 8^h p. wärmer als das Meer und zwar im Mittel um 0·21°. Diese höhere Temperatur kann die Luft weder von der Unterlage noch vom höher erwärmten Lande her erhalten, da ja um diese Zeit der Seewind landeinwärts weht. Es kann sich demnach bei hochstehender Sonne, heiterem Himmel und (geringer Windbewegung) die Luft durch direkte und von der Wasserfläche reflektierte Strahlung höher als die Unterlage erwärmen, aber diese Differenz erreicht selbst zur Zeit ihres Maximums (4^h p. : 0·37°) kaum 0·4°. Dagegen steigt an solchen Tagen die Lufttemperatur im Küstengebiete (7^h a. bis 6^h p.) viel höher an, als die Lufttemperatur über dem benachbarten Meere und von 9^h a. bis 1^h p. beträgt der Unterschied 1·4°. Also gerade an heißen Tagen macht sich die kühlende Wirkung des Meeres auf die überlagernde Luft am meisten fühlbar und dann ist selbst im Tagesmittel die Luft über dem Meere noch um zirka 0·3° kühler als an der Küste.[1] Jedenfalls ergibt sich, daß an heiteren, windstillen Sommertagen der Temperaturüberschuß des Wassers über die Luft bedeutend kleiner und die Luft an der Küste etwas wärmer als die Luft über dem Meere ist. Damit stimmen die Unterschiede in der unperiodischen Änderung der Temperatur des Wassers und der Luft überein. Denn während die Wasseroberfläche nach Ablauf eines solchen Tages im Durchschnitte nur um 0·3° wärmer geworden ist, hat sich die Luft gleichzeitig um 0·8° erwärmt.

---

[1] Unter Reduktion der Triester Werte auf das Meeresniveau.

Tabelle 27. **Die Beziehungen zwischen Luft-**

	7^h a.	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h p.	2^h	3^h	4^h
Täglicher Gang der Wassertemperatur an der Oberfläche (Mittel der Stationen I, IV, V), ausgedrückt durch Abweichungen vom Mittelwert	−0·70	− ·58	− ·53	+ ·09	+ ·20	+ ·37	+ ·47	+ ·57	+ ·55	+ ·57
Täglicher Gang der Lufttemperatur an denselben Stationen	−1·40	−0·90	−0·30	+0·20	+0·80	+0·70	+0·60	+1·10	+1·20	+1·25
Täglicher Gang der Lufttemperatur im Mittel derselben Tage in Triest	−1·40	+0·30	+1·10	+1·70	+1·80	+2·20	+2·30	+2·10	+2·40	+2·60
	Einmal ausgeglichen und von der unperiodischen									
Wassertemperatur	−0·70	− ·60	− ·39	− ·04	+ ·215	+ ·35	+ ·47	+ ·54	+ ·56	+ ·55
Lufttemperatur	−1·40	−0·90	−0·30	+0·20	+0·60	+0·70	+0·75	+1·00	+1·20	+1·25
Lufttemperatur in Triest	−1·40	+0·10	+1·05	+1·60	+1·90	+2·10	+2·20	+2·20	+2·40	+2·45
Stündliche Änderung der Temperatur der Wasseroberfläche	+0·10	+ ·21	+ ·35	+ ·255	+ ·135	+ ·12	+ ·07	+ ·02	− ·01	
Stündliche Änderung der Lufttemperatur an den Stationen	+0·50	+ ·60	+ ·50	+ ·40	+ ·10	+ ·05	+ ·25	+ ·20	+ ·05	
Stündliche Änderung der Lufttemperatur in Triest	+1·50	+ ·95	+ ·55	+ ·30	+ ·20	+ ·10	± ·00	+ ·20	+ ·05	
Differenzen der Wasser- u. Lufttemperatur an den Stationen	+1·03	+0·63	+0·24	+0·09	−0·055	−0·02	+0·05	−0·13	−0·31	−0·37
Differenzen der Lufttemperatur an den Stationen u. in Triest	−0·005	−1·05	−1·40	−1·45	−1·35	−1·40	−1·45	−1·25	−1·25	−1·25

Tabelle 28. **Elemente des täglichen Ganges der Luft- und Wassertemperatur an heiteren Sommertagen.**

		Lufttemperatur		Wassertemperatur
		Triest	Meer	
		Mittel der drei Beobachtungstage		
Stündliche Änderung der Temperat.	5^h a.— 8^h a.	+ 1·3°	+ 0·4°	+ 0·06°
	8^h a.—12^h m.	+ 0·6°	+ 0·4°	+ 0·27° [1]
	6^h p.—10^h p.	— 0·7°	— 0·4°	— 0·14°
	10^h p.— 4^h a.	— 0·25°	— 0·2°	— 0·07°
Amplitude	periodisch	5·4	2·7	1·26
	aperiodisch	5·8	3·6	1·80

[1] Dieser Wert gilt für die Zeit von 8^h a. bis 11^h a.

c) An trüben Sommertagen.

(Vergl. Tabelle 29, Tafel IX.)

Nur zwei Beobachtungsserien bieten sich zur Untersuchung dieser Frage dar. Es sind dies die Stationen XIV (Grado) und XV (Pirano), die ein Bewölkungsmittel von 6·7 und eine mittlere Windstärke von 2·5 aufweisen. Die Mitverwendung der ersteren ist in Anbetracht der nicht sehr bedeutenden

und Wassertemperatur an heiteren Sommertagen.

5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	1h a.	2h	3h	4h	5h	6h	7h	Amplitude
+ ·52	+ ·52	+ ·39	+ ·26	+ ·09	− ·11	− ·11	− ·14	− ·21	− ·25	− ·37	− ·58	− ·46	− ·48	− ·41	1·27
+1·30	+0·90	+1·30	+0·80	+0·30	−0·30	−0·40	−0·70	−0·90	−1·10	−1·30	−1·30	−1·50	−1·15	−0·60	2·80
+2·20	+1·90	+0·80	+0·10	−0·60	−1·30	−1·70	−1·90	−2·00	−2·10	−2·00	−2·90	−3·00	−2·80	−0·60	5·60
Änderung befreit nach Formel $(a+2b+c):4$															
+ ·53	+ ·49	+ ·39	+ ·25	+ ·08	− ·06	− ·12	− ·15	− ·20	− ·27	− ·39	− ·50	− ·495	− ·46	− ·41	1·26
+1·20	+1·10	+1·10	+0·80	+0·30	−0·20	−0·45	−0·70	−0·90	−1·10	−1·25	−1·35	−1·40	−1·10	−0·60	2·70
+2·20	+1·70	+0·90	+0·10	−0·60	−1·20	−1·65	−1·90	−2·00	−2·05	−2·25	−2·70	−2·90	−2·30	−0·60	5·40
															Mittel
−·02	− ·04	− ·10	− ·14	− ·17	− ·14	− ·06	− ·03	− ·05	− ·07	− ·12	− ·11	+ ·005	+ ·035	+ ·05	0·10
−·05	− ·10	± ·00	− ·30	− ·50	− ·50	− ·25	− ·25	− ·20	− ·20	− ·15	− ·10	− ·05	+ ·30	+ ·50	0·25
−·25	− ·50	− ·80	− ·80	− ·70	− ·60	− ·45	− ·25	− ·10	− ·05	− ·20	− ·45	− ·20	+ ·60	+ ·17	0·48
−0·34	−0·28	−0·38	−0·22	+0·11	+0·47	+0·66	+0·88	+1·03	+1·16	+1·19	+1·18	+1·235	+0·97	+0·52	+ 0·36
−1·05	−0·65	+0·15	+0·65	+0·85	+0·95	+1·15	+1·15	+1·05	+0·90	+0·95	+1·30	+1·45	+1·15	−0·005	− 0·08

Bewölkung (3·9) nicht ganz einwandfrei, aber sie schließt sich, wie schon bei ihrer Analyse ausgeführt viel mehr an Station XV als an die oben behandelten Beobachtungen an. Die Werte mußten wegen der Störungen infolge des schwankenden Wetters zweimal ausgeglichen werden. Die unperiodische Änderung wurde natürlich nicht eliminiert.

Über die Eintrittszeit des Maximums läßt sich keine bestimmte Aussage machen. Die Minima treten wieder um 5^h a. auf. Interessant ist das Verhalten der Media. Im Gegensatz zu unseren bisherigen Ergebnissen treten sie nun am Lande später (8^h 40^m a., 10^h p.) als im Wasser auf (8^h a., 8^h p.) und die Luft über dem Wasser hinkt der Unterlage nach, während bei heiterem Wetter der Eintritt der Mittelwerte in beiden Medien ziemlich gleichzeitig erfolgt.

Es scheint sich darin der Umstand zu spiegeln, daß an trüben Tagen, bei fast gänzlich behinderter Wirkung der Sonnenstrahlung, das Meer die hauptsächlichste Wärmequelle ist. Die Amplitude der Wassertemperatur ist nur halb so groß als an klaren Tagen (0·6°) und auch die Amplitude der Lufttemperatur zu Triest (4·3°) ist bedeutend kleiner. Dagegen hat die Lufttemperatur über dem Meere eine größere Schwankung (3·9°) als bei heiterem Wetter (2·7°). Dieses Verhältnis kann natürlich keine Folge der Bewölkungsunterschiede sein, vielmehr zeigt sich darin sehr prägnant die Wirkung der Winde. Es geht nämlich diese große Amplitude besonders auf Station XV zurück. Dort herrschten die ganzen 24 Stunden hindurch sehr heftige südöstliche Winde, die als Landwinde bei Tag relativ warme, bei Nacht sehr kalte Luft mit sich führen, wodurch natürlich die Amplitude der Lufttemperatur am Meere sehr vergrößert wurde. Auch an Station XIV brachten überdies die kräftigen nächtlichen Landwinde eine starke Herabminderung und damit eine große Tagesschwankung der Lufttemperatur. Die stündlichen Änderungen der

Tabelle 29. **Die Beziehungen zwischen Luft- und**

	7h a.	8h	9h	10h	11h	12h	1h p.	2h	3h	4h
Täglicher Gang der Wassertemperatur an der Oberfläche (Mittel der Stationen XIV, XV) ausgedrückt durch Abweichungen vom Mittelwert	−0·05$_5$	−·03$_5$	+·03$_5$	+·11$_5$	+·36$_5$	+·45$_5$	+·17$_5$	+·15$_5$	+·09$_5$	+·20$_5$
Täglicher Gang der Lufttemperatur an denselben Stationen	−0·50	−0·45	−0·05	+0·85	+0·60	+0·85	+0·80	+1·25	+1·30	+1·60
Täglicher Gang der Lufttemperatur im Mittel derselben Tage in Triest	−0·95	−0·45	+0·25	+0·80	+1·75	+2·10	+2·00	+2·25	+1·85	+1·85
Zweimal										
Wassertemperatur	−0·05$_5$	− ·01$_5$	+ ·05$_5$	+ ·17	+ ·29	+ ·32	+ ·24$_5$	+ ·17	+ ·14$_5$	+ ·14
Lufttemperatur	−0·50	−0·30	+0·10	+0·50	+0·70	+0·80	+0·95	+1·15	+1·35	+1·45
Lufttemperatur in Triest	−0·95	−0·40	+0·20	+0·90	+1·50	+1·90	+2·10	+2·0$_9$	+2·00	+1·90
Stündliche Änderung der Temperatur der Wasseroberfläche	+ ·04	+ ·07	+ ·11$_5$	+ ·12	+ ·03	− ·07$_5$	− ·07$_5$	− ·02$_5$	− ·01$_5$	
Stündliche Änderung der Lufttemperatur an den Stationen	+ ·20	+ ·40	+ ·40	+ ·20	+ ·10	+ ·15	+ ·20	+ ·20	+ ·10	
Stündliche Änderung der Lufttemperatur in Triest	+ ·55	+ ·60	+ ·70	+ ·60	+ ·40	+ ·20	− ·05	− ·05	− ·10	
Differenzen der Wasser- und Lufttemperatur an den Stationen	+2·73	+2·57	+2·24	+1·96	+1·88	+1·81	+1·58	+1·31	+1·08	+0·98
Differenzen der Lufttemperatur an den Stationen und in Triest	+1·30	+0·95	+0·75	+0·45	+0·05	−0·25	−0·30	−0·05	+0·20	+0·40

Temperatur sind viel gleichmäßiger als an heiteren Tagen, es machen sich daher die einzelnen Perioden des täglichen Temperaturganges nur ganz schwach bemerkbar. Der vormittägige Temperaturanstieg ist ziemlich gleichförmig und beträgt für die Wasseroberfläche im Maximum (10 bis 11 a.) 0·12°. Von einer Zweiteilung des nächtlichen Temperaturabfalles kann nicht gesprochen werden. Der Temperaturüberschuß des Wassers gegenüber der Luft und des Meeres gegenüber dem Lande ist sehr groß. Die mittlere Temperaturdifferenz zwischen Wasser und Luft beträgt 2·3°. Selbst im Minimum (5^h p.) sinkt sie nicht unter 0·9°, steigt von 8^h p. an rasch an und erreicht um Sonnenaufgang fast 4·4°. Die Lufttemperatur ist in Triest im Mittel um 0·85° kühler als am Meere. Nur während zweier Mittagsstunden (12^h m. bis 2^h p.) ist es in Triest etwas wärmer als am Meere, dagegen in der Nacht bis über 2° kälter. Die Abhaltung der Sonnenstrahlung infolge der hohen Bewölkung macht sich eben viel stärker in der Luft als in der Wassertemperatur bemerkbar. Die Lufttemperatur über dem Wasser würde aber unter gleichen Verhältnissen auf offener See viel weniger sinken, denn in unserem Küstengebiete sind die tiefen Lufttemperaturen vorzüglich durch die Kälteinvasionen vom Lande her hervorgerufen. — Diese verschieden starke Wirkung hoher Bewölkung auf Wasser und Luft zeigt sich endlich auch in der unperiodischen Änderung der Temperatur. Denn während infolge eines bewölkten Tages die Wassertemperatur um nicht einmal 0·2° sinkt, fällt die Lufttemperatur um 1·4°. Dieses Ergebnis bestätigt aber auch die Erfahrung, daß eine über das Meer sich fortpflanzende Kältewelle von kurzer Dauer die Oberflächentemperaturen nicht wesentlich zu beeinflussen vermag.

Wassertemperatur an trüben Sommertagen.

5^h	6^h	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h	Amplitude
+·105	+·115	+·045	—·005	—·035	—·065	—·085	—·105	—·125	—·195	—·235	—·275	—·295	—·275	—·235	0·75
+1·55	+1·35	+1·45	+1·10	+0·70	+0·65	—0·20	—0·45	—0·90	—1·20	—2·05	—2·45	—2·35	—2·50	—1·90	4·10
+2·00	+1·50	+0·35	+0·20	+0·05	+0·20	—0·20	—1·60	—2·55	—2·45	—2·40	—2·30	—2·50	—2·35	—1·80	4·80
ausgeglichen															
+ ·125	+ ·09	+ ·05	+ ·005	— ·03	— ·06	—·085	— ·11	— ·145	— ·19	— ·23	— ·265	— ·28	— ·265	— ·235	0·60
+1·50	+1·40	+1·30	+1·10	+0·80	+0·40	—0·05	—0·50	—0·90	—1·40	—1·90	—2·25	—2·35	—2·20	—1·90	3·90
+1·75	+1·30	+0·70	+0·30	+0·10	—0·05	—0·60	—1·45	—2·15	—2·40	—2·40	—2·40	—2·35	—2·20	—1·80	4·30
—·015	—·035	— ·04	—·045	—·035	— ·03	—·025	— ·03	—·035	—·045	— ·04	—·035	—·015	+·015	+ ·03	Mittel 0·04
+·05	—·10	— ·10	—·20	—·30	— ·40	—·45	— ·45	—·40	—·50	— ·50	—·35	—·10	+·15	+ ·30	0·26
—·15	—·45	— ·60	—·40	—·20	— ·15	—·55	— ·85	—·70	—·25	± ·00	±·00	+·05	+·15	+ ·40	0·34
+0·91	+0·98	+1·04	+1·19	+1·46	+1·83	+2·25	+2·675	+3·04	+3·50	+3·96	+4·27	+4·36	+4·20	+3·95	+ 2·29
+0·60	+0·95	+1·45	+1·65	+1·55	+1·30	+1·40	+1·80	+2·10	+1·85	+1·35	+1·00	+0·85	+0·85	+0·75	+ 0·85°

d) Der Gang der Luft- und Wassertemperatur im Winter.

(Vergl. Tabelle 30 und Tafel X.)

Von den drei bei Pirano angestellten Beobachtungen (VIII, IX, XIII), die dafür verwendbar sind, fällt je eine auf die Monate Jänner, Februar und März. Die mittlere Bewölkung beträgt 5·2,[1] die mittlere Windstärke 0·8. Die stündlichen Änderungen der Lufttemperatur in Triest, die aus den ausgeglichenen und von der unperiodischen Änderung befreiten Werten berechnet wurden, stimmen mit den von Mazelle analog abgeleiteten zehnjährigen Mittelwerten für die Monate Jänner und Februar so gut überein, daß man die Sicherheit hat, daß der durch unsere Reihe dargestellte tägliche Gang tatsächlich die typischen Winterverhältnisse recht gut wiedergibt.

Die Maxima scheinen im Winter kaum viel früher als im Sommer einzutreten (3 bis 4^h p.); über die Minima läßt sich keine Angabe machen, da gegen 2^h morgens in unserer Reihe eine schwache, nicht normale Temperaturerhöhung einsetzt. Der Eintritt in die Mitteltemperatur erfolgt etwas später als im Sommer (9^h bis 10^h a.), dagegen wird sie zirka eine Stunde früher (8^h 30^m p.) verlassen. Darin zeigt sich der Einfluß der kürzeren Tage. Die Amplituden sind durchwegs kleiner. Die Tagesschwankung der Wasseroberfläche beträgt 0·67°. Ihr Tagesgang zeigt eine Periode starken Anstieges von 8^h a. bis 2^h p. und eine Periode raschen Abfalles von 4^h bis 10^h p., beide mit einer stündlichen Temperaturänderung von

[1] Wenn man die Beobachtung VIII, welche nur die 12 Stunden von 7^h a. bis 7^h p. umfaßt, mit ganzem Gewichte einsetzt, so erhält man die Bewölkung 6·0.

Tabelle 30. **Die Beziehungen zwischen**

	7^h a.	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h p.	2^h	3^h	4^h
Täglicher Gang der Wassertemperatur an der Oberfläche (Mittel der Stationen VIII, IX, XII), ausgedrückt durch Abweichungen vom Mittelwert	−0·21	− ·18	− ·05	± ·00	+ ·05	+ ·16	+ ·25	+ ·35	+ ·40	+ ·35
Täglicher Gang der Lufttemperatur an denselben Stationen	−1·00	−0·70	−0·35	±0·00	+0·20	+0·30	+0·40	+0·65	+0·80	+1·30
Täglicher Gang der Lufttemperatur im Mittel derselben Stationen in Triest	−2·15	−1·45	−0·25	+0·65	+1·35	+1·45	+1·65	+1·85	+1·95	+1·85
							Ausgeglichen und von der			
Wassertemperatur	−0·21	− ·15$_5$	− ·07	± ·00	+ ·06$_5$	+ ·15$_5$	+ ·25	+ ·34	+ ·37$_5$	+ ·36
Lufttemperatur	−0·50	−0·20	+ ·10	+0·35	+0·55	+0·60	+0·70	+0·90	+1·10	+1·30
Lufttemperatur in Triest	−1·40	−0·60	+ ·35	+1·15	+1·70	+1·95	+2·05	+2·15	+2·15	+1·95
Stündliche Änderung der Temperatur der Wasseroberfläche	+ ·05	+ ·08	+ ·06$_5$	+ ·06$_5$	+ ·08$_5$	+ ·09	+ ·08$_5$	+ ·03	− ·02	
Stündliche Änderung der Lufttemperatur an den Stationen	+ ·30	+ ·30	+ ·25	+ ·20	+ ·05	+ ·10	+ ·20	+ ·20	+ ·20	
Stündliche Änderung der Lufttemperatur in Triest	+ ·80	+ ·95	+ ·80	+ ·55	+ ·25	+ ·10	+ ·10	± ·00	− ·20	
Differenzen der Wasser- und Lufttemperatur an den Stationen	+2·07	+1·82	+1·60	+1·42	+1·28	+1·32	+1·31	+1·19	+1·02	+0·80
Differenzen der Lufttemperatur an den Stationen und in Triest	+1·90	+1·40	+0·75	+0·20	−0·15	−0·35	−0·35	−0·25	−0·05	+0·35

0·08°. In der Lufttemperatur beginnt die kräftigere Zunahme, die namentlich zu Triest deutlich ausgeprägt ist, bereits zirka 7^h a. und endet schon gegen 11^h a. Die rasche abendliche Abnahme vollzieht sich im Wasser und in der Luft gleichzeitig. — Außerordentlich groß ist der Temperaturüberschuß des Wassers über die Luft und des Meeres über das Land. Im Mittel der drei Beobachtungen ist die Luft um 1·7° kühler als die Wasseroberfläche. Selbst am Nachmittag sinkt diese Differenz nicht unter 0·6° und nur während dreier Stunden ist sie kleiner als 1·0°, dagegen von 10^h p. bis 7^h a. größer als 2°. Von 8^h p. bis 12^h n. nimmt der Unterschied um 1·3° zu. Die Luft in Triest ist noch um 1° kälter als die Luft über dem Meere. Nur während einiger Mittagsstunden ist es an der Küste um nicht einmal 0·4° wärmer als am Meere, während es hier nachts fast bis zu 2·0° wärmer als dort wird. Die Beziehungen zwischen Luft und Wasser gestalten sich im Winter ähnlich wie an trüben Sommertagen. Die Ursache dieser Ähnlichkeit liegt darin, daß sowohl an bewölkten Sommertagen wie im Winter die Wärmeeinstrahlung der Sonne nur eine geringe Rolle spielt, während gleichzeitig das Meer als Wärmespender stark in den Vordergrund tritt.

2. Fehlerquellen bei der Bestimmung der Temperaturdifferenzen zwischen Luft und Wasser.

a) Verursacht durch die Wahl des Instrumentes und des Beobachtungsortes.

Wir haben oben das Ergebnis abgeleitet, daß nicht nur im Winter sondern auch im Sommer die Luft über dem Meere im Tagesmittel kühler als die Unterlage ist. Dieses Resultat steht aber in Widerspruch mit den meisten bisher gewonnenen Ergebnissen.

Luft- und Wassertemperatur im Winter.

5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	1h a.	2h	3h	4h	5h	6h	7h	Amplitude
+ ·33	+ ·17	+ ·05	+ ·09	− ·05	− ·13	− ·17	− ·19	− ·28	− ·31	− ·25	− ·11	− ·19	− ·15	− ·11$_5$	0·71
+1·50	+0·80	+0·80	+0·35	+0·20	−0·65	−0·90	−1·10	−1·00	−0·70	−0·30	−0·40	−0·35	−0·40	+0·05	2·60
+1·35	+0·85	+0·35	−0·45	−0·95	−1·00	−1·10	−1·20	−1·30	−0·90	−0·80	−0·70	−0·80	−0·80	−0·60	4·10
unperiodischen Änderung befreit															
+ ·29$_5$	+ ·18	+ ·09	+ ·04$_5$	− ·03$_5$	− ·12	− ·16$_5$	− ·21	− ·26	− ·29	− ·23	− ·16$_5$	− ·16	− ·15	− ·11$_5$	0·67
+1·40	+1·00	+0·70	+0·40	−0·10	−0·60	−1·10	−1·20	−1·30	−1·00	−0·80	−0·80	−0·85	−0·80	−0·50	2·70
+1·50	+0·95	+0·30	−0·50	−1·00	−1·20	−1·35	−1·55	−1·60	−1·45	−1·30	−1·30	−1·45	−1·45	−1·40	3·80°
− ·07	− ·11$_5$	− ·09$_5$	− ·05	− ·08	− ·09	− ·05	− ·05	− ·05$_5$	− ·03$_5$	+ ·06	+ ·06	± ·00	+ ·00$_5$	+ ·03$_5$	0·06
+ ·10	− ·40	− ·30	− ·30	− ·50	− ·50	− ·50	− ·10	− ·10	+ ·30	+ ·20	± ·00	− ·05	+ ·05	+ ·30	0·23
− ·45	− ·55	− ·65	− ·80	− ·50	− ·20	− ·15	− ·20	− ·05	+ ·15	+ ·15	± ·00	− ·15	± ·00	+ ·05	0·33
+0·63	+0·92	+1·12	+1·37	+1·79	+2·20	+2·65	+2·70	+2·75	+2·41	+2·27	+2·33	+2·38	+1·92	+2·07	+ 1·73
+0·90	+1·05	+1·40	+1·90	+1·90	+1·60	+1·25	+1·35	+1·30	+1·45	+1·50	+1·50	+1·60	+1·65	+1·90	+ 1·00

So fand A. Gavazzi auf Grund der fünf Jahre umfassenden Beobachtungen der Adriakommission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien an vier Küsten- und Inselstationen (Fiume, Lesina, Castelnuovo, Corfu) und der 14jährigen Beobachtungen in Pola die Luft von April bis August wärmer als das Meer. Eine Reihe küstenferner Sommerbeobachtungen von Wolf und Luksch zeigten ihm dieselbe Erscheinung.[1] Die Unterschiede sind oft durch mehrere Monate hindurch weit größer als 1·0°. J. Hann[2] erhält aus den Beobachtungen von Buccich zu Lesina einen sommerlichen Temperaturüberschuß von 2·4° (nach der Adriakommission 1·5°). Dagegen ist im Frühjahr die Luft etwas kühler als das Wasser. Ricco und Saija finden auf Grund von Schiffsbeobachtungen die Luft über der Adria im Frühjahr um 0·5°, im Sommer um 0·3° wärmer als die Wasseroberfläche.[3] Auch für das Mittelmeer ergibt sich aus der Bearbeitung der Schiffstagebücher ein Temperaturüberschuß der Luft im Frühling (0·2°) und im Sommer (0·5°) und selbst im Winter ist das Wasser bloß um 1·3° wärmer als die Luft.[4] Schon viel früher hatte Aimé bei seinen Untersuchungen im algerischen Küstengebiete die Luft im Frühjahr und Sommer um 0·8° wärmer als die Wasseroberfläche gefunden.[5] Dickson findet bei seinen

[1] La temperatura della Superficie del Mare Adriatico. Riv. Geogr. Ital. IV (1897).

[2] Handbuch der Klimatologie, 2. Aufl., Bd. I, p. 133.

[3] »Osservazioni di temperatura e del colore delle acque fatte nell 'Adriatico e nel Jonio«, Atti R. Ac. Linc. 1898, Ser. V, Rend. Vol. VII, p. 339 bis 344. Die Lufttemperaturen sind 5 *m* über dem Meere im Schatten der Kommandobrücke beobachtet.

[4] Wind- Strom-, Luft- und Wassertemperatur auf den wichtigsten Dampferwegen des Mittelmeeres. Nach den Beobachtungen deutscher Dampfer, bearb. v. d. Deutsch. Seewarte. Beil. z. d. Ann. d. Hydr., 1905.

[5] Exploration de l'Algérie. Physique génerale, Bd. 1, Paris 1845, p. 116.

Arbeiten über die britischen Küstengewässer, daß nur im Westen von Irland und Schottland das Wasser während des ganzen Jahres wärmer als die Luft, dagegen besonders im Osten und Süden von April bis August kühler sei. Mit zunehmender Breite ergibt sich ihm ein erhöhter Überschuß der Wasser- über die Lufttemperatur und gleichzeitig nimmt die Dauer der Zeit ab, innerhalb der die Luft wärmer als das Wasser ist.[1] Mohn findet im europäischen Nordmeer das Wasser auch im Sommer wärmer als die Luft.[2] Diese kurze Übersicht zeigt deutlich, daß mit der Annäherung an die Pole der Wärmeüberschuß der Luft im Sommerhalbjahr immer kleiner wird und schließlich einem Defizit Platz macht. Dem entspricht auch das Ergebnis von G. Schott, der im tropischen Anteil des Atlantischen und Indischen Ozeans die Wasseroberfläche bloß um 0·8°, in deren außertropischen Gewässern aber um 1·6° wärmer als die Luft fand.[3] Dagegen ermittelte J. Hann, daß der Atlantische Ozean im Äquatorialgebiet (0 bis 10° nördl. Br.) um 0·59°, bei 30° nördl. Br. aber nur um 0·34° wärmer als die Luft sei, die im letzteren Falle von zirka 11^h a. bis 5^h p. höher als das Wasser temperiert ist.[4]

Wenn nun auch die oben erwähnte Tatsache, daß in den höheren Breiten der Wärmeüberschuß der Wasseroberfläche zunimmt, teilweise darauf zurückgeführt werden kann, daß, wie G. Schott nachweist, hier die Meeresströmungen polwärts setzen oder auch die Luftbewegung mehr äquatorwärts gerichtet ist,[5] so weisen die Resultate Dixon's für die britische West- und Ostküste ebenso wie Hann's Berechnungen darauf hin, daß noch andere Faktoren eine wichtige Rolle spielen. Es sind dies Bewölkung und Windstärke. Je größer Bewölkung und Windstärke sind, umso bedeutender werden überhaupt die Differenzen zwischen Wasser und Luft. Das zeigte uns schon die Besprechung der heiteren und trüben Tage. Nun nehmen im allgemeinen beide Faktoren polwärts zu; es müssen daher schon aus diesem Grunde die Differenzen mit der Breite wachsen. Unter dieser Annahme erklären sich auch die scheinbar widersprechenden Ergebnisse von Dixon und Hann. Denn die Westseite der britischen Inseln ist bewölkter und stürmischer als ihre Ostseite und das atlantische Äquatorialgebiet ist viel wolkenreicher als die Regionen um 30° nördl. Br.

Aber wir halten die Unterschiede, die sich zwischen wolken- und windreichen Klimaten einerseits und wolkenärmeren Meeresteilen anderseits ergeben, doch nur zum Teile für reell. Denn wir glauben, daß in letzteren Gebieten die geringen Differenzen und besonders der große Überschuß der Luft über die Wasserwärme während der Sommermonate vorzüglich darauf beruhen, daß die Ablesungen der Schiffsthermometer viel zu hohe Werte liefern. Es hat ja bereits G. Schott gezeigt, daß diese Lufttemperaturen zu hoch sind und daß die Fehler mit abnehmender Windstärke und zunehmender Sonnenhöhe sich bedeutend erhöhen. Es ist die ungenügende Durchlüftung, die Wärmestrahlung des Schiffes und die warme Luft der Maschinenräume, welche diese Fehlerquellen hervorruft. Schott's leider nicht publizierte Beobachtungen mit einem Assmann'schen Thermometer ergeben nun im Mittel um 0·5° niedrigere Temperaturen als die Ablesung am Schiffsthermometer, trotzdem letzteres möglichst günstig aufgestellt war und obwohl auch die Angaben des Assmann'schen Instrumentes unter der temperaturerhöhenden Wirkung des großen Schiffskörpers litten, so daß Schott selbst diese Werte noch um zirka 0·3° bei Windstille und um 0·1° bei mittleren Windstärken zu hoch hält.

---

[1] The Mean Temperature of the Surface Waters of the Sea round the British Coasts and its Relation to the Mean Temperature of the Air. Quart. Jour. R. Met. Soc., Vol. 25 (1899), p. 277 bis 305: In 50° n. Br. beträgt der mittlere jährliche Überschuß 0·7°, in 55°: 2·1° und in 60°: 3·3°. Hier ist das Wasser das ganze Jahr wärmer als die Luft; in 55° ist im Hochsommer bereits die Luft etwas wärmer (Aug.: 0·2°) und in 50° dauert diese Periode bereits vom Frühjahr bis zum Herbst (Mai: 0·4°, Aug. 0·6°). Die Lufttemperaturen sind zum Teil an der Küste beobachtet. Die Wassertemperaturen bei Sonnenaufgang um 4^h p. gemessen.

[2] Krümmel, Handb. d. Ozeanogr., II. Aufl., Bd. I, p. 387.

[3] Wissenschaftl. Ergebnisse einer Forschungsreise zur See. Pet. Mitt. Ergh. N. 109, Gotha 1893. — Viel kleiner sind die von W. Köppen (Ann. Hydr., 1890, p. 445 bis 454) abgeleiteten Differenzen. Sie betragen nur 0·2 bis 0·3°.

[4] Lehrbuch der Meteorologie, 2. Aufl., Wien, 1906, p. 55/56.

[5] Op. cit., p. 107 ff. Er weist ersteren Fall speziell für den 20° S. B. nach (der Brasilstrom ist weit intensiver als der Benguelastrom), den zweiten für 20° N. B.

[6] Op. cit., p. 96 ff.

Wir waren bei unseren Untersuchungen nun nicht nur in der angenehmen Lage, ein großes Assmann'sches Instrument benützen zu können, sondern unsere Ablesungen hatten jedenfalls nur sehr wenig durch die Wärmewirkung des Schiffskörpers zu leiden, da wir ja den größten Teil unserer Arbeiten auf einem kleinen offenen Benzinmotorboote ausführten. Unsere Beobachtungen dürften daher nahezu wahre Lufttemperaturen darstellen und ein Vergleich mit Beobachtungen, die wir mit einfachen Luft- und mit Schleuderthermometern ausführten, wird zeigen, zu welchen Beträgen die Fehler in unserem Klimagebiete ansteigen können.

Ziemlich reichliches Material besitzen wir für den Sommer (Juli). Es wurden zu diesem Zwecke die gesamten Beobachtungen nach den natürlichen Gebieten des Golfes gesondert. Die Einzelbeobachtungen, die nur bei Tage (6^h a. bis 10^h p.) angestellt sind, wurden nach Stunden geordnet und dann die Stundenmittel gebildet. Aus letzteren wurden die Mittelwerte für die drei Zeitabschnite, in die der Tag zerlegt wurde, getrennt hergeleitet. Bei dieser Zerlegung mußte auch darauf Rücksicht genommen werden, daß die Aufteilung der Einzelbeobachtungen keine allzu ungünstige sei. Zur Berechnung des Halbtagmittels (9^h a. bis 10^h p.) wurden die wenigen fehlenden Stundenmitteln interpoliert. Die Resultate sind in Tabelle 31 *A* und *B* niedergelegt.

Tabelle 31 *A*, welche die Beobachtungen aus dem südlichen Teile des Golfes enthält, zeigt vor allem, daß unsere mit einem Aßmann'schen Instrumente ausgeführten Einzelbeobachtungen die Ergebnisse der vielstündigen Beobachtungen vollständig bestätigen. Und zwar schließen sie sich nach Höhe und Gang der Differenz sehr nahe an die bei heiterem, ruhigem Wetter angestellten 24stündigen Reihen an. Das erklärt sich daraus, daß sie alle noch auf dem kleinen Boote durchgeführt wurden, das nur bei sehr günstigem Wetter eine Ausfahrt gestattete. Die zugehörige Bewölkung und Windstärke ist daher eine ganz ähnliche wie dort. Das oben aus den vielstündigen Beobachtungen hergeleitete Urteil, daß selbst im Sommer die Lufttemperatur im Tagesmittel kühler als die Wassertemperatur sei, kann nun nicht mehr bezweifelt werden. Denn die Einzelbeobachtungen, die es voll bekräftigen, erstrecken sich auf einen ganzen Monat und die Gesamtheit aller verwerteten Beobachtungen beträgt 157. Wenn dies aber für das sonnige, windstille Adriaklima gilt, um wie viel mehr muß es für die wolkenreicheren und stürmischeren ozeanischen Flächen gelten. Dagegen würde sich aus den mit Benützung einfacher Luftthermometer gewonnenen Werten ergeben, daß die Luft über dem Adriatischen Meere im Sommer vom Morgen bis zum Abend wesentlich wärmer als das Wasser sei. Das zeigt

Tabelle 31. **Differenzen zwischen Wasser- und Lufttemperatur im Sommer.**

A. Südlicher Teil des Golfes.

+ bedeutet, daß das Wasser, — daß die Luft wärmer ist.

		6^h a.—9^h a.	10^h a.—5^h p.	6^h p.—10^h p.	9^h a.—10^h p.	11^h p.—8^h a.	Tagesmittel
Vierundzwanzigstündige Beobachtungen (Mit Aßmann)	$B = 3·6$; $W = 1·8$ Zahl der Beob.: 5	+1·6°	+0·5°	+0·4°	+0·5°	+1·9°	+1·1°
	$B = 1·6$; $W = 1·4$ Zahl der Beob.: 3	+0·7°	−0·2°	±0·0°	$B = 1·1$; $W = 1·2$ −0·1°	$B = 2·2$; $W = 1·7$ +1·0°	+0·35°
	$B = 6·7$; $W = 2·5$ Zahl der Beob.: 2	+3·2°	+1·4°	+1·2°	$B = 7·2$; $W = 2·0$ +1·4°	$B = 5·9$; $W = 3·2$ +3·5°	+2·3°
Einzelbeobachtung	Mit Aßmann Zahl der Beob.	+0·55° 7	±0·0° 21	+0·3° 4	+0·2° 23	— —	— —
	Mit Schiffstherm. Zahl der Beob.	−0·3° 9	−1·1° 13	−0·75° 4	10^h a.—7^h p. −1·0° 17	— —	— —

B. Nördlicher Teil des Golfes.

Art der Beobachtung		Küstengebiet vor den Lagunen (bis 10 *m* Tiefe)			Lagunen (ohne Flußwasserdecke)			Lagunen (mit Flußwasserdecke)			Golf von Monfalcone (Flußwasserdecke)		
		Zahl	Zeit	Differenz	Zahl	Zeit	Differenz	Zahl	Zeit	Differenz	Zahl	Zeit	Differenz
		der Beobachtungen			der Beobachtungen			der Beobachtungen			der Beobachtungen		
Einzelbeobachtungen	Mit Luftthermometer [1]	11	7^{h}a.–6^{h}p.	+0·5°	6	11^{h}a.–4^{h}p.	+1·1°	—	—	—	5	12^{h}m.–2^{h}p.	−3·6°
	Mit Aßmann	12	7^{h}a.-12^{h}m	+0·85°				9	8^{h}a.–4^{h}p.	−1·3°	8	8^{h}a.–3^{h}p.	−2·4°
Vielstündige Beobachtungsreihen mit Aßmann		—	—	—	1 $B=1·8$; $W=0·8$	6^{h}a.–4^{h}p.	+1·3°	—	1 $B=6$; $W=1·0$	+1·0°	1 $W=1·4$; $B=0·35$	24^{h} Beob.	+1·1°
					2 $B=2·7$; $W=1·1$	24^{h} Beob.	+1·9°		—	—	—	—	—

[1] Die beobachteten Lufttemperaturen sind um 1·0° erniedrigt, also korrigiert in die Tabelle eingeführt.

wohl deutlich, wie sehr unsere bisherigen Anschauungen durch die zu hohen Angaben der Schiffsthermometer ungünstig beeinflußt wurden. Auf der Adria erhalten wir mit einem Assmann'schen Instrumente an einem schönen Sommertage durchschnittlich um 1·0° niedrigere Lufttemperaturen als mit einem einfachen Luftthermometer.

In Tabelle 31*B* sind die Differenzen zwischen Wasser- und Lufttemperatur für die übrigen Teile des untersuchten Gebietes zusammengestellt. Gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen für den südlichen Hauptteil des Golfes zeigen das Seichtwassergebiet vor den Lagunen und die Lagunen selbst, soweit sie nicht von Süßwasser überdeckt sind. Dabei wächst der Temperaturüberschuß des Wassers mit abnehmender Wassertiefe. Am größten ist er in den seichten Lagunen. Die Ursache liegt jedenfalls in der Wärmerückstrahlung vom sichtbaren hellen Sand- und Schlammboden, wodurch sich das Seichtwasser bei Tag höher als tieferes Wasser erwärmt. In letzterem kann außer dem durch Konvektion und Wellenmischung die zugestrahlte Wärme auch einer mächtigeren Wasserschichte mitgeteilt werden. Daß die 24stündige Lagunenserie einen noch höheren Temperaturüberschuß als die bloß die wärmere Tageshälfte umfassenden Beobachtungen hat, ist ohneweiteres verständlich, da ja nachts stets die Differenzen am größten sind. Dagegen weisen die Einzelbeobachtungen aus den süßwasserüberdeckten Gebieten (Golf von Monfalcone und Natissagebiet der Lagunen) ein bedeutendes Wärmedefizit des Wassers gegenüber der Luft aus und zwar ist die Differenz größer im Golfe von Monfalcone, der die mächtigere Süßwasserdecke besitzt. Dieser Widerspruch gegen die vielstündigen Beobachtungen aus diesem Gebiete erklärt sich daraus, daß die Einzelbeobachtungen zum großen Teil nahe den Flußmündungen liegen, wo sich die sommerkühle Süßwasserdecke dauernd erhält, während die vielstündigen Beobachtungen bereits von weiter entfernten Punkten stammen, wo sich nur intermittierend Flußwasser ausbreitet. Es geht demnach tatsächlich mit der Annäherung an die Flußmündungen der Wärmeüberschuß der Wasseroberfläche in ein Defizit über, da natürlich bei den geringen horizontalen Entfernungen und den rasch vorsichgehenden Ausgleichbewegungen in der leichtbeweglichen Atmosphäre ein äquivalenter Temperaturabfall der Luft ausgeschlossen ist. Doch dürfen wir nicht generalisieren, denn diese Differenz hängt selbstverständlich

auch von der Natur der Flüsse ab. Von den drei für uns in Betracht kommenden Flüssen ist der Timavo ein unterirdisches daher, im Sommer sehr kaltes Gerinne, der Isonzo ein Alpenfluß, der sich allerdings auf seinem langen Lauf in der Ebene sehr erwärmt; die Natissa entspringt aus dem Grundwasser und ist daher ebenfalls im Sommer sehr kühl. In unserem Falle sind daher die Verhältnisse der Herausbildung großer Differenzen sehr günstig.

Werfen wir nun noch einen Blick auf die Beziehungen zwischen Luft- und Wassertemperaturen in den übrigen Jahreszeiten, wozu die Daten in Tabelle 32 zusammengestellt sind.[1] Mehr als 4° beträgt der Wärmeüberschuß des Wassers über die Luft im Oktober. Denn um diese Zeit ist das Meer noch sehr warm, das Land aber bereits stark abgekühlt, das Luftdruckminimum über der Adria vertieft sich daher und infolgedessen gewinnen die Landwinde immer mehr die Oberhand über die Seewinde und erstere

Tabelle 32. **Differenz zwischen Wasser- und Lufttemperatur in den übrigen Jahreszeiten.**

Benütztes Instrument	Beobachtungsgebiet	Jahreszeit	Tageszeit	Zahl	Differenz
		der Beobachtungen			
Aßmann	Süden des Golfes	Oktober (1905)	7^h a.—5^h p.	21	4·3°
»	»	»	Mittel (8^h a. + 9^h + 10^h a.):3	8	4·9°
»	Nördliche Küstenbank	»	—	8	2·4°
Schleuderthermometer	Süden des Golfes	November (1904)	8^h a.—2^h p.	10	1·6°
»	»	»	(8^h a. + 9^h a. + 10^h a.) : 3	—	—
»	Nördliche Küstenbank	»	—	8	0·9°
Aßmann	Süden des Golfes	Jänner (1906/08)	7^h a.—5^h p.	21	4·25°
»	»	»	(8^h a. + 9^h a. + 10^h a.) : 3	8	4·2°
»	Nördliche Küstenbank	»	—	6	2·6°
Schleuderthermometer	Süden des Golfes	Februar (1905)	7^h a.—4^h p.	15	3·6°
»	»	»	(8^h a. + 9^h a. + 10^h a.) : 3	9	3·4°
»	Nördliches Küstengebiet	»	—	6	1·2°
Aßmann	Süden des Golfes	März (1906)	24^h Beobachtung	25	0·6°
»	»	»	(8^h a. + 9^h a. + 10^h a.) : 3	—	—
»	Nördliche Küstenbank	»	9^h a.—2^h p.	12	— 0·15°
Schleuderthermometer	Süden des Golfes	Mai (1905)	7^h a.—2^h p.	20	0·9°
»	»	»	(8^h a. + 9^h a. + 10^h a.) : 3	7	0·6°
»	Nördliche Küstenbank	»	—	10	0·9°

führen daher ständig kalte Luft vom Lande über das Meer. Die von A. Gavazzi berechneten Oktober, differenzen[2] betragen für die verschiedenen Küstenpunkte der Adria nur 1·5° bis 2·8°. Die Ursache für diese verschiedenen Ergebnisse liegt nicht nur in der Benützung eines Assmann'schen Instrumentes bei unseren Beobachtungen sondern auch in dem Umstande, daß jene Beobachtungen in unmittelbarer Küstennähe angestellt sind. Das zeigt sich am besten darin, daß auch wir für das Küstengebiet südlich der Lagunen eine Temperaturdifferenz von bloß 2·4° erhalten, die im Mündungsgebiet der Flüsse sogar auf zirka 1·0° bis 1·5° herabsinkt. Diese Erscheinung, daß der Wärmeüberschuß des Wassers gegen die nördliche Flachküste abnimmt, findet sich auch für alle folgenden Monate bis in den März. Die Ursache kann ebensowenig wie im Sommer bei der entgegengesetzten Erscheinung in großen horizontalen

[1] Die Berechnung erfolgte für die Einzelbeobachtungen wie bei den Sommerwerten. Die dritte Kolonne gibt die Tageszeit an, über die sich die Beobachtungen erstrecken. Das Mittel aus den Beobachtungen um 8^h, 9^h und 10^h a. wurde angeführt, weil es, wie Proben an den 24stündigen Beobachtungen ergeben, sehr nahe wahre Tagesmittel der Differenz zwischen Luft- und Wassertemperatur liefert.

[2] Vgl. p. 71, Anm. 1.

Temperaturunterschieden der leicht beweglichen Luft liegen. Vielmehr sind die horizontalen Temperaturunterschiede der Wasserfläche ausschlaggebend. In den Seichtgebieten ist eben auch die Abkühlung eine viel ausgiebigere, da sie auf eine viel dünnere Wasserschichte als in tieferen Partien konzentriert ist. Unsere Tabelle läßt schließen, daß der Wärmeüberschuß des Wassers erst von Februar an rasch abnimmt. Der Novemberwert, der sich bloß auf 10 mit Schleuderthermometer bestimmte und außerdem auf nur wenige warme Tagesstunden verteilte Lufttemperaturen stützt, ist offenbar zu klein. Dasselbe gilt für den März. Wir erhalten für diesen Monat aus unseren Einzelbeobachtungen sogar einen kleinen Temperaturüberschuß der Luft. Aber diese Beobachtungen erstrecken sich bloß auf die wärmste Tageszeit 9^h a. bis 2^h p.) und stammen alle von der Küstenbank. Unsere vielstündigen Märzbeobachtungen aus den Lagunen und von Pirano zeigten aber, daß um diese Jahreszeit der Temperaturüberschuß des Wassers gegen den offenen Golf noch zunimmt. Das Wasser ist bei Pirano im Tagesmittel um 0·6° wärmer als die Luft. Im Mai scheint, wie wohl auch im September, in dieser Hinsicht kein Unterschied zwischen Küstenbank und den tieferen Gebieten zu existieren, da die Oberflächentemperaturen dann im ganzen Golfe ziemlich gleichförmig sind.

Zusammenfassend können wir auf Grund von nahezu 400 Beobachtungen über die jahreszeitlichen Beziehungen zwischen Wasser- und Lufttemperatur in Küstengebieten folgendes sagen. Das Wasser ist, abgesehen von Gebieten mit Süßwasserdecke, das ganze Jahr hindurch wärmer als die Luft. Am geringsten ist der Überschuß im Frühjahr, wenn sich das Land rasch, das Wasser langsam erwärmt und daher die Landwinde warme Luft über das Meer hinführen.[1] Außerordentlich rasch wächst die Differenz im Herbste während der raschen Abkühlung des Landes, das nun Kältewellen über das Meer hinsendet. Der Unterschied bleibt von Oktober bis gegen Februar dauernd hoch und sinkt dann rasch den Frühlingswerten zu. Im Seichtwasser sind die Differenzen im Sommer etwas größer, im Winter bedeutend kleiner als im tiefen Gebiet. Es dürfen daher für solche Untersuchungen nicht Wassertemperaturen herangezogen werden, die aus ganz seichten Gebieten stammen. Im Mai und September verschwinden diese Differenzen nahezu. Unsere Werte sind Minimalwerte, da sie sich nur auf einen Teil der warmen Tageszeit beziehen.

b) Verursacht durch Beobachtung der Lufttemperatur in verschiedener Höhe über dem Wasserspiegel.

Bei der Durchführung unserer vielstündigen Beobachtungsreihen wurden wiederholt die Lufttemperaturen sowohl in 0·1 *m* als in 2 *m* über der Wasseroberfläche gemessen. Es ergaben sich systematische Unterschiede zwischen beiden Höhen, die aufmerksam machen, daß es nicht gleichgiltig ist, in welcher Höhe über dem Meeresspiegel die Lufttemperaturen gemessen werden. Da die ideale Forderung, die Lufttemperatur unmittelbar über der Wasseroberfläche zu messen, bei den großen und hochbordigen Schiffen der Gegenwart wohl kaum erfüllbar ist, so sollte wenigstens darnach getrachtet werden, alle Messungen in möglichst gleichem Abstande von der Wasserfläche vorzunehmen. Wir wollen hier kurz die Unterschiede aufweisen, die wir bei Messungen erhielten, die in einem vertikalen Abstande von bloß 2 *m* gewonnen wurden und hoffen damit am besten unsere Forderung zu stützen. So zeigen die Mittel der Beobachtungen der Stationen I, V und VI, daß im Sommer tagüber die Luft in 2 *m* Höhe etwas wärmer ist, doch beträgt der Unterschied (von 10^h a. bis 9^h p.) nur 0·05°. Dagegen sinkt nachts die Lufttemperatur hier beträchtlich tiefer als unmittelbar über der Wasseroberfläche herab, wo sie von 11^h p. bis 8^h a. um 0·3° von 3^h a. bis 6^h a. sogar um 0·4° wärmer als in 2 *m* Höhe ist. Die Tagesamplitude ist hier daher auch um fast 0·5° größer. Noch bedeutender sind die Unterschiede im Winter. 27 Beobachtungen (7^h a. bis 7^h p.) ergeben, daß in dieser Jahreszeit selbst tagsüber die Luft in 2 *m* Höhe um mehr als 0·3°

---

[1] Selbstverständlich sind hier nicht die periodischen nächtlichen Landwinde, sondern Winde, die unabhängig vom lokalen Luftdruckgradienten auf das Meer hinauswehen, gemeint.

niedriger als direkt über dem Wasser ist. Viel größer werden daher die Unterschiede bei Nacht sein. Beobachtungen dafür können wir leider nicht anführen.

Will man daher richtige Vorstellungen von der Beziehung zwischen Wasser- und Lufttemperatur erhalten, so müssen folgende Bedingungen erfüllt sein. 1. Die Lufttemperaturen müssen mit einem Aßmann'schen Aspirationsthermometer gemessen werden. Eine Reduktion von Beobachtungen mit anderen Instrumenten ist schwer durchführbar, da die Reduktionsgröße sich mit Klimagebiet, Jahres- und Tageszeit und mit der Witterung ändert. 2. Ein direkter Vergleich der Lufttemperatur von Küstenstationen und der Wassertemperatur des angrenzenden Meeres ist unstatthaft, vielmehr muß die Lufttemperatur stets an demselben Punkte wie die Wassertemperatur gemessen werden. 3. Die Beobachtung hat tunlichst nahe der Wasseroberfläche und stets in gleichem Abstande von derselben zu erfolgen. Die vertikalen Unterschiede sind besonders im Winter und nachts sowie bei ruhigem Wetter groß. 4. Untersuchungen aus seichtem und tiefem, scharf und schwach geschichtetem Wasser dürfen nicht miteinander vermengt werden, da in seichten und scharf geschichteten Gebieten die sommerlichen Differenzen etwas vergrößert, die winterlichen Unterschiede bedeutend verkleinert werden. 5. Beobachtungen von kleinen Booten sind solchen von großen Schiffen vorzuziehen (vergl. bei G. Schott, a. a. O.).

3. Der tägliche Temperaturgang in verschiedenen Tiefen.

Unsere Beobachtungen bieten endlich Gelegenheit, ein Urteil über das Ausmaß des von der Wärmestrahlung der Sonne direkt abhängigen täglichen Temperaturganges in größeren Tiefen zu gewinnen. Wir glauben, daß gerade für die Beantwortung dieser außerordentlich wichtigen Frage die Durchführung 24- und mehrstündiger Beobachtungen von großem Werte ist, da die bisher verwendeten Methoden, [1] die teils auf der Vergleichung zweier am selben Orte angestellter Beobachtungen, von denen die eine auf Sonnenaufgang, die andere auf Sonnenuntergang fällt, teils auf Vergleichung benachbarter, zu verschiedenen Tagesstunden ausgeführter Temperaturserien beruhen, leicht zu Fehlschlüssen führen können. Kam doch Luksch auf Grund solcher Vergleiche zur Anschauung, daß die täglichen Änderungen bis zu 100 *m* hinabreichen können, während nach der Theorie eine merkbare Wärmewirkung innerhalb eines Tages nicht viel über 20 *m* hinab zu erwarten wäre. [2] Zu ähnlichen Werten gelangte übrigens bereits Aimé [3] auf Grund von je zwei täglichen Beobachtungen im Mittelmeer und C. G. Knott [4] auf Grund des Materials der Polaexpedition. Letzterer erhält für 10 *m* Tiefe eine Tagesschwankung von 0·22°, für 20 *m* eine solche von 0·09°. Betrachtet man aber die Differenzen je einer Morgen- und Abendbeobachtung bei Aimé oder zwei benachbarter Polastationen, so ersieht man sofort, mit welch großer Unsicherheit solche Berechnungen behaftet sind, da diese Differenzen außerordentlich verschieden sind und jede Auswahl mehr oder weniger subjektiv sein wird. Die Analyse unserer vielstündigen Beobachtungen hat uns die Ursachen dieser Erscheinungen kennen gelernt. Es sind die fast stets vorhandenen wellenförmigen Verbiegungen der Dichteflächen, wobei es sich um Temperatur- und Salzgehaltseiches, Helmholtz'sche Wellen und Gezeitenerscheinungen handeln kann, die alle mit verschiedener Periode und Stärke auftreten. An den Küsten gesellen sich noch die von den wechselnden Winden hervorgerufenen Zirkulationsströmungen dazu. Wir müssen demnach an jeder Beobachtungsstelle den gesamten Temperaturgang innerhalb eines Tages für die einzelnen Tiefen kennen, um beurteiten zu können, ob die Wärmestrahlung der Sonne oder andere Vorgänge die auftretenden Differenzen verursachen.

---

[1] Zusammenfassung bei O. Krümmel, Handb. d. Ozeanographie, II. Aufl., p. 388 ff.

[2] W. Schmidt, Absorption der Sonnenstrahlung in Wasser. Sitzb. kais. Akad. Wiss., Wien, mathem.-naturw. Kl., Bd. CXVII, Abt. II*a*, 1908.

[3] Exploration de l'Algérie Physique générale, Bd. I, 1845.

[4] Proc. Roy. Soc. Edinb., Bd. 25, p. 173.

Unsere vielstündigen Beobachtungen aus dem offenen Golfe ermöglichten es, den täglichen Temperaturgang für die Oberfläche 2, 5, 10, 15, 20 und 30 *m* Tiefe auf Grund von 5 bis 9 Beobachtungsserien abzuleiten. Für die Tiefen bis 15 *m* konnten stets dieselben Stationen, die alle auf den Sommer fallen, benutzt werden. Für 15 *m* Tiefe wurde der Tagesgang auch aus einem Mittel von neun Serien berechnet, von denen sich drei auf Herbst und Winter beziehen und eine einer vielstündigen Beobachtung von Luksch und Wolf im Quarnero entnommen ist. Der Gang in 20 *m* und 30 *m* ist aus je sechs Serien hergeleitet. Die Stundenmittel wurden zweimal (die Oberflächenwerte nur einmal) nach der Formel $\frac{a+2b+c}{4}$ ausgeglichen. Von der unperiodischen Änderung wurden nur die Werte für die Oberfläche 2 *m* und 5 *m* Tiefe befreit. Für die folgende Tiefenschichte (10 bis 15 *m*) hätte diese Ausgleichung, wie sich aus dem weiteren ergeben wird, keinen Sinn gehabt, und in noch größerer Tiefe wären dadurch die ursprünglichen Beobachtungsergebnisse zu stark modifiziert worden.

Die Resultate sind in Tabelle 33 und Tafel XI niedergelegt.

Betrachten wir vorerst die Größe der Tagesamplitude. An der Oberfläche beträgt sie 0·9°, in 2 *m* noch 0·6°, in 5 *m* 0·35°. Dann aber schnellt sie in 10 *m* und besonders 15 *m*, wo sie fast 0·7° erreicht,

Tabelle 33. **Der tägliche Temperaturgang**

(Abweichungen

	7h a.	8h	9h	10h	11h	12h	1h p.	2h	3h	4h
Oberfläche, Sommer (Mittel der Stationen I, IV, V, XIV, XV)	−0·44	—·36	—·30	—·01	+·27	+·41	+·35	+·41	+·37	+·43
2 *m* Tiefe, Sommer (Mittel derselben Stationen)	−0·20	—·08	—·04$_5$	—·04	+·10	+·34	+·33	+·32	+·31	+·22
5 *m* Tiefe, Sommer (Mittel derselben Stationen)	−0·17	—·10	+·01	—·01	+·11	+·06	+·10	+·06	+·08	+·12
10 *m* Tiefe Sommer (Mittel derselben Stationen)	−0·29	—·14	—·05	+·12	+·28	+·25	+·11	+·11	—·09	—·15
15 *m* Tiefe, Sommer (Mittel derselben Stationen)	−0·36	—·02	—·00$_5$	±·00	+·02	—·00$_5$	+·05$_5$	+·08	+·12	+·12
15 *m* Tiefe, Jahr (Stationen I, IV, V, VII, VIII, IX, XIV, XV und Stationen von Luksch u. Wolf, bei Fiume)	−0·23$_5$	—·02	±·00	+·00$_5$	+·045	+·01	+·04$_5$	+·05	+·06	+·05
20 *m* Tiefe, Jahr (Stationen V, VII, VIII, IX, XII, XV)	−0·10	—·07	—·01	—·06	+·05	+·09	—·01$_5$	—·01$_5$	—·06	—·01
30 *m* Tiefe, Jahr (Stationen V, VII, VIII, IX, XII, XV)	−0·12$_5$	—·05	—·02$_5$	—·02	+·03	+·03	—·03	—·01$_5$	—·03	+·01$_5$
Zweimal ausgeglichen und von der										
Oberfläche, Sommer,	−0·39	—·32	—·20	+·03	+·27	+·39	+·41	+·41	+·41	+·41
2 *m* Tiefe, Sommer	−0·16	—·07	—·01$_5$	+·04$_5$	+·16	+·28	+·33$_5$	+·33$_5$	+·29$_5$	+·24
5 » »	−0·02	+·05	+·10	+·14	+·16	+·17	+·15$_5$	+·14$_5$	+·13$_5$	+·12
10 » »	−0·29	—·16	—·02$_5$	+·11	+·20	+·20$_5$	+·14	+.05	—·04	—·10
15 » »	−0·36	—·14	—·03	±·00	+·01	+·02	+·05	+·08	+·10$_5$	+·12
15 » Jahr	−0·18	—·09	—·01$_5$	+·01	+·02$_5$	+·03	+·04	+·05	+·04$_5$	+·02$_5$
20 » »	−0·06	—·06	—·04	—·01	+·02$_5$	+·04	+·01	—·02	—·02$_5$	±·00
30 » »	−0·04	—·055	—·03	—·01	+·01	+·01	—·00$_5$	—·01$_5$	—·01	±·00

wieder empor, um dann in 20 *m* rasch auf 0·1° herabzusinken. Diese Zunahme bei 10 und 15 *m* erklärt sich daraus, daß wir hier im Gebiete der sommerlichen Sprungschichte sind, deren oben skizzierte Bewegungen die Tagesamplitude so bedeutend vergrößern. Selbst bei Hinzunahme von drei Winterbeobachtungen, die nur ganz unbedeutende Temperaturänderungen in dieser Tiefe aufweisen, resultiert für 15 *m* eine Tagesschwankung von 0·3°. Es wäre, wie besonders ein Blick auf Tafel XI lehrt, eine sehr große Zahl von Beobachtungen nötig, um den Einfluß dieser Erscheinungen zu eliminieren.

Aber nicht nur an der Größe der Tagesamplitude sondern auch an der Form der Temperaturkurve erkennt man die Beeinflußung der Schichte von 10 bis 15 *m* durch die angezogenen Vorgänge. Denn während in 2 *m* und 5 *m* der Tagesgang wenigstens in den Hauptzügen ähnlich wie an der Oberfläche verläuft, mit einem Maximum in den ersten Nachmittagsstunden und einem Minimum zur Zeit des Sonnenaufganges, finden sich in den 10 *m*- und 15 *m*-Kurven mehrere Maxima und Minima, die natürlich mit dem normalen Tagesgang nichts zu tun haben. Daher sind für diese Tiefen, die aus den unausgeglichenen Werten berechneten Amplituden viel größer als die aus ausgeglichenen Werten abgeleiteten Amplituden. Durch diese Bewegungsvorgänge ist zwar auch der Tagesgang in 5 *m* und besonders in 20 *m* noch etwas modifiziert, aber jedenfalls läßt sich aus unseren Zahlen für letztere Tiefe bereits wieder ein regelmäßiger

in verschiedenen Tiefen.

vom Mittel.)

5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	1h a.	2h	3h	4h	5h	6h	7h	Amplitude
+·35	+·36	+·25	+·15	+·04	—·09	—·10	—·13	—·18	—·23	—·32	—·46	—·40	—·40	—·34	0·89
+·28	+·06	+·03	—·15	—·11	—·06	—·08	—·17	—·16	—·06	—·17	—·25	—·23	—·18	—·12	0·59
+·03	+·03	—·04	—·06	—·02	—·13	+·04	+·05	—·02	—·07	—·03	—·06	—·09	—·03	+·13	0·29
—·08	—·08	—·08	+·02	+·25	+·36	+·23	+·11	—·19	—·19	—·11	—·13	—·25	—·15	±·00	0·65
+·09	+·26	+·33	+·25	±·00	+·17	—·27	—·30	+·06	+·09	+·06$_5$	+·01	—·13	—·63	—·42$_5$	0·99
+·08	+·11	+·13	+·13	—·02	+·07	—·17	—·14	+·03$_5$	+·04	+·08	—·02	±·00	—·37	—·17$_5$	0·47
—·75	+·03$_5$	—·01	+·10	+·04$_5$	+·08	+·03$_5$	±·00	—·05$_5$	—·03	+·02$_5$	—·08$_5$	—·09	—·03	+·04$_5$	0·20
+·01	—·00$_5$	+·00$_5$	+·06$_5$	+·01	—·01	+·00$_5$	—·01	+·01$_5$	+·03	+·04	—·01	—·03$_5$	+·03	+·12$_5$	0·25

unperiodischen Änderung befreit.

5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	1h a.	2h	3h	4h	5h	6h	7h	Amplitude
+·38	+·34	+·25	+·15	+·04$_5$	—·07	—·12	—·16	—·21	—·27	—·36	—·44	—·46	—·43	—·39	0·87
+·17	+·08$_5$	—·01	—·08	—·11	—·11	—·12	—·15	—·15$_5$	—·15$_5$	—·19	—·24	—·25$_5$	—·21	—·16	0·59
+·07$_5$	+·02$_5$	—·02$_5$	—·06	—·08	—·08$_5$	—·04	—·05$_5$	—·08$_5$	—·13	—·15	—·17	—·17$_5$	—·13	—·02	0·35
—·10	—·08	—·03$_5$	+·06$_5$	+·20	+·26	+·20$_5$	+·06	—·08$_5$	—·15	—·15	—·16	—·17	—·12	±·00	0·55
+·15$_5$	+·22$_5$	+·22$_5$	+·20$_5$	+·11	—·00$_5$	—·13	—·15	—·04	+·05	+·04$_5$	—·04$_5$	—·22	—·39	—·42$_5$	0·68
+·02	+·06$_5$	+·10	+·08$_5$	+·04	—·02	—·08	—·08	—·02	+·03$_5$	+·04	—·01	—·10$_5$	—·18$_5$	—·17	0·29
+·03	+·03$_5$	+·04	+·05$_5$	+·06$_5$	+·06	+·03	±·00	—·02$_5$	—·02	—·03	—·05	—·06	—·03	—·02	0·13
+·00$_5$	+·01	+·02	+·02	+·02	+·00$_5$	±·00	±·00	+·01	+·02$_5$	+·02	±·00	±·00	+·03	+·025	0·09

Tagesgang nachweisen. Von 11^h a. bis 11^h p. liegt die Temperatur fast stets über dem Mittel, die übrige Zeit dagegen weilt sie ausnahmslos unter dem Mittel. Die positiven und negativen Abweichungen treten daher fast geschlossen auf und der Eintritt der Media fällt bloß ein bis zwei Stunden später als an der Oberfläche. Wir dürfen daher annehmen, daß der Wert von 0·13° für die Tagesamplitude nicht zu weit von einem ungestörten mittleren Werte abweicht. Interpolieren wir nun die stark gestörten Werte für 10 *m* und 15 *m* Tiefe graphisch, so ergeben sich folgende Tagesschwankungen der Temperatur:

Tiefe	0 *m*	2 *m*	5 *m*	10 *m*	15 *m*	20 *m*	30 *m*
Amplitude . .	0·9	0·6	0·35	0·2	0·16	0·13	0·09?

Der Wert für 30 *m* Tiefe wurde als zweifelhaft bezeichnet. Dazu führte eine Betrachtung der Stundenwerte für diese Tiefe. Die positiven und negativen Abzeichen treten nicht mehr so geschlossen auf, die Abweichungen sind mit wenigen Ausnahmen sehr gering, werden wiederholt ± 0·00° und die mittlere Schwankung, die bei 20 *m* noch 0·03° beträgt, sinkt hier auf 0·015° herab, fällt daher bereits nahe an die Fehlergrenze. Auch der große Unterschied der Amplitude der ausgeglichenen und unausgeglichenen Werte deutet an, daß hier Störungen, sei es durch Beobachtungsfehler, sei es durch Bewegungsvorgänge, das Bild stark beeinflussen und dadurch, wie wir bei 10 *m* und 15 *m* Tiefe gesehen haben, den Wert der Tagesschwankung vergrößern. Wir glauben daher annehmen zu können, daß die wahre Tagesamplitude in dieser Tiefe nur mehr wenige hundertstel Grade beträgt.

Der regelmäßige Tagesgang der Temperatur in der Oberschichte der Meere wird durch direkte Sonnenstrahlung und Konvektionsvorgänge infolge Verdunstung und Abkühlung hervorgerufen. An den Küsten gesellt sich die dargelegte Wirkung regelmäßiger Land- und Seewinde dazu. Es wäre daher höchst wünschenswert, auch auf offener See solche vielstündige Beobachtungsserien durchzuführen, um diesen »Urvorgang, von dem die weitere Verteilung der Wärme im Meere abhängig sein muß« [1] auch dort, unbeeinflußt durch Küstenerscheinungen, zu studieren.

Interessant ist schließlich noch die Wirkung der Schichtung der Wassermasse auf die Größe der Tagesschwankung.

Sind die oberen Schichten ziemlich homotherm und homohalin, also nahezu homodens, dann kann lebhafte Konvektion entstehen und die Tagesschwankung muß im Vertikalprofil relativ gleichmäßig aber allenthalben klein sein. Ist dagegen die Temperaturschichtung eine sehr scharfe, dann ist die Konvektion auf die oberste Wasserschichte beschränkt und die Abnahme der Tagesschwankung mit der Tiefe muß in größerer Entfernung von der Küste (bei schwachem Seegang) relativ rasch erfolgen. Dagegen werden unter solchen Umständen in Küstengebieten mit regelmäßiger Entwicklung von Land- und Seewinden durch Auftrieb in den Nachtstunden und Aufstau bei Tag große Amplituden hervorgerufen. Tabelle 34 gibt eine Übersicht der Oberflächenamplituden an den zehn Golfstationen. Die Stationen sind nach der Größe ihrer Amplitude geordnet. Der schon stets bekannte große Einfluß der Bewölkung läßt sich auch an dieser Reihe verfolgen. Auch Jahreszeit und Windstärke sind in ihrer Wirkung erkennbar. Doch lassen sich durch diese Faktoren nicht alle Erscheinungen erklären. So hat zum Beispiel Grado I trotz mittlerer Bewölkung eine weit höhere Schwankung als Pirano IV bei fast wolkenlosem Himmel. Unverhältnismäßig klein ist andererseits die Tagesamplitude bei Pirano IX auf Grund dieser Argumente. Berechnet man nun für alle diese Stationen die mittlere Temperaturabnahme in der obersten Wasserschichte (0 bis 5 *m*; letzte Kolonne), so ergibt sich die für den ersten Moment höchst überraschende Tatsache, daß die Oberflächenamplitude mit der Größe der Temperaturabnahme steigt und sinkt. Dieser Faktor wird eben, wie oben ausgeführt, durch die periodisch sich ablösende Wirkung der Land- und Seewinde, in hohem Maße mitbestimmend für das Ausmaß der Temperaturamplitude. Beachtet man ihn, so ist die Größe der Tagesschwankung in allen Fällen leicht und ungezwungen zu erklären.

---

[1] V. Hensen, Ergebn. der Planktonexpedition, Bd. 1, B, Kiel 1895, p. 127. — Vgl. auch O. Krümmel, a. a. O., p. 390.

Tabelle 34. **Die Oberflächenschwankung der Temperatur und ihre Beziehung zu Windstärke, Bewölkung und Temperaturabnahme mit der Tiefe.**

Station	Amplitude der Oberfläche	Mittlere Schwankung der Oberfläche	Windstärke	Bewölkung	Temperatur-abnahme 0—5 *m*
Grado I	2·3	·71	1·2	3·1	3·58
Pirano IV	1·6	·40	1·7	0·4	1·22
Umago V	1·4	·37	1·4	1·2	1·21
Pirano XII	1·3	·34	1·0	5·5	0·15
Grado XIV	1·1	·22	2·0	3·9	0·11
Pirano IX	0·7	·13	0·7	2·5	—0·09
Pirano XV	0·55	·13	2·9	9·4	—0·07
Umago VII[1]	0·3	·10	1·35	9·8	—0·12
Pirano VIII[1]	0·25	·08	0·7	10·0	0·05

[1] Kürzere Beobachtungsreihen.

Tabelle I.

Terminfahrt: Juli 1905. Station Nr. 18 (I). Position: 45°38′ nördl. Br.; 13° 22′ 20″ östl. L.

	Tiefe in *m*	6^h p.	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h
Temperatur des Wassers in °C	0	25·20	25·00	25·00	25·20	24·90	24·90	24·60	24·60	24·60	24·30	24·00	24·00
	1	24·90	24·90	25·00	25·00	25·00	24·90	24·20	24·60	24·50	24·20	23·80	23·80
	3	24·50	24·90	24·60	24·40	24·20	23·70	23·60	23·20	23·80	23·70	23·80	23·80
	5	21·40	21·40	21·30	21·60	20·80	20·80	20·70	20·60	20·70	21·00	20·80	20·90
	10	19·10	19·00	18·80	19·10	18·80	18·80	18·80	18·80	18·90	19·00	19·00	18·60
	14 Grund	18·60	18·70	18·60	18·60	18·90	18·80	18·50	18·40	18·60	18·60	18·60	18·40
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0	[21·86]		21·75		[21·75]		21·82		22·41 [2]		22·78	
	1	22·03		21·82		—		22·64		22·30		22·81	
	3	22·44		22·28		22·67		23·36		23·04		22·99	
	5	25·58		25·51		26·12		26·10		26·17		26·11	
	10	[27·15] [1]		27·23		27·23		27·40		27·17		27·08	
	14 Grund	27·29		27·35		27·51		27·51		27·54		27·35	
Salzgehalt *(S)*	0	[33·09]		32·86		[32·82]		32·79		33·51 [2]		33·82	
	1	33·19		32·95		[33·15]		33·73		33·39		33·78	
	3	33·56		33·51		33·75		34·43		34·08		34·02	
	5	36·52		36·39		37·00		36·95		37·04		37·00	
	10	37·74		37·74		37·74		37·95		37·69		37·60	
	14 Grund	37·74		37·80		38·13		37·99		38·06		37·81	
Strömung		An der Oberfläche gegen Salvore. In der Tiefe aus NE.									An der Oberfläche aus der Richtung von Grado. In 10 *m* Tiefe aus SSE.		
Temperatur der Luft	0·1	24·7	25·4	25·2	25·2	25·2	24·7	24·6	24·2	24·5	24·1	24·2	23·2
	2	—	25·8	25·2	25·2	25·2	24·6	—	—	—	—	—	—
Bewölkung	—	6	5	4	4	6	8	6	2—3	2	2	1—2	1—2
Windrichtung und Stärke	—	0	SW 1	WNW 2	WNW 1	NNW 1—2	ENE 2	NNE 2	ENE 2	ENE 1	N 2	ENE 2	ENE 2
	Während der Ausfahrt SW - Dünung												

[1] Interpoliert für eine fehlerhafte Beobachtung.

[2] Wasserprobe erst 2^h 30^m entnommen, das heißt, zur Mittelbildung die Werte 22·29 ($\sigma_{\tau n}$), respektive 33·37 $^0/_0$ verwendet.

Interpolierte Werte sind eingeklammert.

v. Gr. (5 *km* südl. v. Grado). Beobachtungszeit: 11./VII. 6h p. m. bis 12./VII. 5h p. m.

6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h m.	1h p.	2h	3h	4h	5h	Mittel [3]	Amplitude	Mittlere Schwankung	Tiefe in *m*
24·00	24·00	24·15	24·20	25·40	26·00	26·20	26·30	26·10	26·20	26·20	26·20	25·06	2·3°	0·71	0
23·90	24·00	24·00	24·10	24·10	24·40	25·40	25·60	25·80	26·00	26·00	26·00	24·76	2·2°	0·62	1
23·80	24·00	24·00	23·40	23·60	23·70	24·00	24·30	24·30	24·30	23·50	23·60	23·94	1·7°	0·32	3
21·10	21·40	21·50	21·70	21·70	22·10	22·00	22·20	22·30	22·40	22·50	22·30	21·46	1·9°	0·51	5
18·70	18·80	19·00	19·10	19·50	19·90	19·40	19·20	19·00	19·00	19·00	19·50	19·04	1·3°	0·21	10
18·40	18·50	18·50	18·60	18·70	18·80	19·00	19·00	19·00	19·20	19·00	19·10	18·71	0·8°	0·20	14Gr.
22·81		22·66		22·48		21·75		21·44		21·33		22·07			0
22·82		22·84		22·88		22·35		21·71		21·47		22·23			1
22·86		22·98		23·30		22·94		22·68		23·44		22·94			3
25·85		25·51		25·76		25·57		25·58		25·84		25·82			5
27·19		27·25		27·00		27·02		27·14		27·13		27·17			10
27·78		27·42		27·34		27·24		27·20		27·30		27·41			14Gr.
33·87		33·91		33·98		33·35		32·90		32·79		33·31	1·19	0·43	0
33·86		33·91		34·00		33·82		33·13		32·90		33·50	1·10	0·37	1
33·86		34·08		34·36		34·04		33·80		34·50		34·02	0·99	0·24	3
36·76		36·47		36·86		36·73		36·85		36·94		36·80	0·65	0·19	5
37·65		37·83		37·66		37·66		37·68		37·66		37·72	0·21	0·07	10
38·30		37·86		37·83		37·80		37·75		37·88		37·92	0·56	0·13	14Gr.
							An der Oberfläche aus der Richtung von Torre Primero.								
24·2	24·2	24·4	24·9	25·3	26·2	25·6	25·7	26·2	26·4	26·6	26·4	25·06	3·4°		0·1
—	24·4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		2
2	6	3	2	1	1	1	1	2	2	2	3—4	3·1			—
ENE 2	ENE 1	E 1	0	0	0	SW	SW	SW 1	SW 1	SW 1—2	SW 1	1·2			—

[3] Zur Mittelbildung wurden nur die Beobachtungen 6h p. m mit halbem Gewichte genommen.
10h 45m 11h starke Konvexität der Wasseroberfläche von N über W bis S bemerkbar.
5h Wassertemperatur beim äußeren Leuchtturm von Grado an der Oberfläche 6h16m m. p.: 25·6°; 6h p. m.: 25·9°.

Tabelle II[l].

Terminfahrt: Juli 1905. Station Nr. 28 (II[l]). Position: 45°42′ 14″ nördl. Br.; 13°25′ 24″ östl. L. v. Gr. (Lagune von Grado; Kanal von Barbana). Beobachtungszeit: 1905, 17./VII. 6^h a. m. bis 4^h p. m.

	Tiefe in m	$6^h\ 30^m$ a.	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^hm.	1^h p.	2^h	3^h	4^h	Mittel $\frac{6^h\ a.-3^h\ p.}{10}$
Temperatur des Wassers in °C	0	25·00	25·40	25·40	25·60	25·70	25·00	25·20	27·00	28·60	28·70	28·80	26·16
	1	25·00	25·30	25·40	25·60	25·70	25·00	24·80	26·00	28·60	28·60	—	26·00
	3	25·20	25·20	25·40	25·50	25·70	25·00	24·70	24·80	27·10	28·30	—	25·69
	5	—	—	—	—	25·70	24·60	—	—	—	—	—	—
	Grund[1]	24·90	25·10	25·40	25·50	—	—	24·60	24·70	25·60	27·80	—	25·39
													$\frac{6^h+8^h+10^h+12^h+2^h}{5}$
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0	19·27		19·72		19·52	19·80	[19·70]	19·09	18·78			19·40
	1	19·36		19·48		19·55	19·76	[19·90]	19·63	18·89			19·44
	3	19·64		19·47		19·44	19·83	[20·06]	20·18	19·44			19·61
	5	—		—		19·45	20·04	—	—	—			—
	Grund[1]	19·92		19·49		—	—	[20·27]	20·52	19·99			19·82
													$\frac{6^h+8^h+10^h+12^h+2^h}{5}$
Salzgehalt (S)	0	29·56		30·32		30·17	30·27	[30·20]	30·14	30·41			30·13
	1	29·69		29·99		30·23	30·22	[30·33]	30·44	30·56			30·16
	3	30·13		29·97		30·07	30·30	[30·49]	30·68	30·64			30·26
	5	—		—		30·07	30·41	—	—	—			—
	Grund[1]	30·35		29·97		—	—	[30·75]	31·08	30·72			30·37
Strömung		Gegen Grado					Sehr schwach gegen Grado; später keine Strömung	Gegen Torre Primero					
Temperatur der Luft	0·1	22·5	24·1	24·3	24·6	25·0	25·4	25·0	25·2	26·1	26·2	26·2	24·8
Bewölkung	—	1 Cirro-Strat.	2 ·/·	2 ·/·	2 ·/·	3 ·/·	2 ·/·	1	1 Cumuli	1 Cum.-Strat.	2 Strat.	3—4	1·8
Windrichtung und Stärke	—	0	0	W 0·5	0	SW1	—	SW 1	SW 1	SW 2	SW2–3	SW2–3	1·1
[1]Grund gelotet bei		4·6m	5·2m	5·9m	6·1m	9·4m	9·4m	5 m	5 m	5 m	5 m	—	
Temperatur am Grund						25·70	24·60						
Dichte						19·68	20·33						
Salzgehalt						30·34	30·76						
	Bei der Ausfahrt tiefe Ebbe												

Die interpolierten Werte sind eingeklammert.

Tabelle III[l].

Terminfahrt: Juli 1905. Station Nr. 29 (III[l]). Position: 45° 41′ 42″ nördl. Br.; 13° 21′ 24″ östl. L. v. Gr.
(Lagunenkanal bei dem Turm S. Pietro d'Orio.) Beobachtungszeit: 18./VII. 6^h a. m. bis 7^h p. m.

	Tiefe in *m*	6^h a.	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^hm.	1^h p.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h	Mittel [1]
Temperatur des Wassers in °C	0	25·60	25·60	25·90	25·50	25·10	25·20	25·20	[25·70]	26·20	26·30	26·80	26·40	26·60	26·80	25·92
	1	26·10	26·10	26·00	25·30	25·10	25·20	25·20	[25·60]	26·00	26·20	26·60	26·30	26·50	26·80	25·93
	3·5	26·20	26·20	26·10	25·10	25·10	25·20	25·10	[25·30]	25·50	25·60	26·30	26·30	[26·50]	[26·75]	25·80
	5	—	—	—	—	—	—	—	—	25·30	—	25·90	26·20	26·50	26·70	—
	8·5–12 Grund	26·20[2]	26·20	26·10	24·80	24·90	25·00	25·00	[25·15]	25·30[3]	25·30	25·50	25·80	26·40[4]	26·80	25·60
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0	17·36		18·32	—	22·05		22·58		22·27		21·51		20·59		20·69
	1	18·79		19·07	21·66	22·53		[22·64]		22·48		21·79		20·87		21·17
	3·5	19·25		19·93	22·19	[22·69]		[22·73]		22·81		22·02		[21·30]		21·53
	5	—		—	—	—		—		22·92		22·38		21·69		—
	8·5–12 Grund	19·55		20·56	22·82	22·92		22·82		23·05		23·44		21·64		22·00
Salzgehalt *(S)*	0	27·27		28·66	[31·85]	[5] 33·31		34·05		34·04		33·28		31·98		31·82
	1	29·37		29·70	32·86	33·94		[34·12]		34·23		33·57		32·30		32·46
	3·5	29·99		30·86	33·47	[34·12]		[34·17]		34·45		33·73		[32·85]		32·88
	5	—		—	—	—		—		34·51		34·03		33·37		—
	8·5–12 Grund	30·36		31·67	34·14	34·33		34·23		34·65		35·25		33·21		33·39
Strömung	—	0	Sehr stark gegen Aquileja (kanalaufwärts)	·/·	·/·	·/·	Diese Strömung wird schwächer	Die Strömung ist nur mehr sehr schwach	Nach 12^h m. tritt Stromumkehr ein	—	Schwach kanalabwärts (in den Golf hinaus)	Stark Kanalabwärts	·/·	Etwas schwächer kanalabwärts	·/·	
Temperatur der Luft	0·1	22·6	23·3	24·6	24·9	25·2	25·1	25·0	[25·2]	25·4	25·4	25·8	25·8	25·7	25·6	24·9
Bewölkung	—	2 Cirri	2 ·/·	3 ·/·	5	9	10· Cum. et Str.	10	6	2	3	6	7	9	10	6
Windrichtung und Stärke	—	NE 1	0	0	SW 1	WSW 2	SW 2	SW 3	—	WSW 1	WSW 2	W 1	SW 0·5	0	0	1·1
Wassertemperatur in	0·5	25·7	25·8													
Salzgehalt in	0·5	27·48	—													
	Bei der Ausfahrt tiefe Ebbe															

Die interpolierten Werte sind eingeklammert.

[1] Alle Beobachtungen wurden mit vollem Gewichte genommen. Die $\sigma_{\tau n}$- und *S*-Mittel wurden unter Ausschluß der 9^h. Beobachtung gebildet.

[2] In 8·5 *m*. — [3] In 10 *m*. — [4] In 12*m*.

[5] Wasserprobe erst 10^h 30^m genommen; zur Mittelbildung für 10^h interpolierte Werte verwendet: $\sigma_{\tau n} = 22 \cdot 19$
$S = 33 \cdot 48$.

Tabelle IV.

Terminfahrt: Juli 1905. Station Nr. 42 (IV). Position: 45° 31′ 40″ nördl. Br.; 13° 33′ 48″

	Tiefe in *m*	7h a.	8h	9h	10h	11h	12hm.	1h p.	2h	3h	4h	5h	6h	7h
Temperatur des Wassers in °C	0	24·80	24·90	24·80	24·80	24·90	25·00	25·10	25·40	25·00	25·00	24·90	25·00	24·90
	2	[23·90]	24·20	24·50	24·30	24·50	24·40	[24·25]	24·10	[24·06]	[24·04]	24·00	[23·75]	23·50
	5	23·00	23·30	23·60	23·10	23·00	23·20	23·C0	23·30	23·30	23·40	23·30	23·10	23·00
	7	—	—	—	22·50	—	—	—	22·90	—	—	—	22·90	22·80
	10	21·70	22·10	22·20	22·00	22·10	22·30	22·40	22·30	21·90	22·00	22·00	22·10	22·00
	18 Grund	21·10	21·10	20·90	20·60	20·90	21·10	21·10	21·10	21·20	21·60	21·60	21·50	21·50
Dichte (σ_{tn})	0	24·11		24·31		24·55		24·65		24·70		24·36 [2]?		24·70
	5	25·71		25·50		25·71		25·63		25·66		[25·66]		25·82
	10	26·44		26·20		26·24		26·12		26·42		[26·39]		26·29
	18 Grund	26·79		26·82		26·71		26·76		26·81		26·95 [2]?		26·58
Salzgehalt *(S)*	0	35·91		36·17		36·53		36·74		36·76		36·28 [2]?		36·73
	5	37·29		37·27		37·29		37·30		37·33		[37·33]		37·43
	10	37·72		37·59		37·61		37·57		37·77		[37·63]		37·63
	18 Grund	37·81		37·90		37·75		37·88		37·98		38·31 [2]?		37·79
Strömung	—	—	Aus SSW	—	Schwach aus dem Golf hinaus	Stärker aus dem Golf hinaus	·/·	·/·	·/·	·/·	In den Golf hinein	In den Golf hinein (aus SSW)	·/·	Aus ENE
Temperatur der Luft	0·1	23·3	23·6	24·5	25·3	25·8	25·9	25·1	25·6	25·4	25·4	25·8	25·6	26·4
Bewölkung	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Windrichtung und Stärke	—	0	ENE 1—2	NNE 1	NE 1—2	ENE 2	NNE 1	NW 2	NW 2	NW 2—3	NW 1	NNW 2—3	NNW 2—3	ESE 1
Wassertemperaturen in °C		in 1*m* 24·4	—	—	in 1*m* 24·8[1]	—	—	in 3*m* 23·6	—	—	in 3*m* 23·7	—	in 3*m* 23·4	—
		See bewegt			[1] Um 10h 30m.							[2] Starke See; Messung unsicher	Sehr starker Seegang	

Die interpolierten Werte sind eingeklammert.

östl. L. v. Gr. (450 *m* westlich von Pirano). Beobachtungszeit: 25./VII. 7^h a. m. bis 26./VII. 7^h a. m.

8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h	Mittel	Tages-amplitude	Mittlere Schwankung	Tiefe in *m*
24·60	24·00	23·80	24·00	24·20	24·20	24·20	24·20	24·00	24·3	24·20	24·30	24·58	1·60	0·40	0
23·20	[23·40]	23·60	[23·90]	[24·00]	24·10	[24·10]	[24·10]	24·10	[24·12]	[24·15]	24·20	[24·02]	1·30	0·24	2
23·00	23·10	23·20	23·80	23·80	23·50	23·50	23·80	23·50	23·40	23·80	23·90	23·36	0·90	0·23	5
—	—	—	—	—	—	—	23·00	—	—	23·60	—	—	—	—	7
22·40	22·40	22·90	23·40	23·40	22·40	22·40	22·60	22·40	22·50	22·70	22·70	22·38	1·70	0·29	10
21·80	20·80	21·60	19·00	19·40	21·80	22·10	22·20	22·10	22·20	19·90	20·30	21·16	3·20	0·61	18 Grund
	25·18		25·21		24·58		24·38		24·12		24·11	24·57			0
	25·74		25·38		25·46		25·33		25·56		25·19	25·58			5
	26·12		25·76		26·18		26·00		26·05		25·97	26·17			10
	26·84		27·33		26·35		26·29		26·31		26·92	26·71			18 Grund
	37·01		37·05		36·29		36·04		35·72		35·71	36·43	1·34	0·38	0
	37·37		37·16		37·16		37·10		37·25		36·95	37·26	0·48	0·09	5
	37·57		37·47		37·65		37·48		37·51		37·48	37·59	0·30	0·07	10
	37·88		37·89		37·61		37·66		37·70		37·81	37·85	0·37	0·13	18 Grund
Aus WSW	Aus dem Golf hinaus	—	Sehr stark aus dem Golf hinaus	Aus dem Golf hinaus	—	Aus dem Golf hinaus	·/·	·/·	·/·	—	—				—
25·2	24·8	23·2	23·6	23·6	23·4	23·2	23·0	23·0	23·0	23·2	24·0	24·5	3·4		0·1
0	0	0	0	0	1	0·5	2	3·5	1·5	0	0	0·4			—
SE 0·5	ESE 0·5	0	SE 1—2	E 1	ESE 3	E 3	E 2	E 2—3	E 3	E 2	ESE 1	Mittlere Stärke 1·7			—
—	in 3*m* 23·4	—	in 15*m* 22·2	in 15*m* 21·6 Grund 20·7[3]	—	in 0·5*m* 24·2 in 3*m* 24·0	—	—	in 3*m* 24·2						
				[3] Um 12^h 30^m.											

Tabelle V.

Terminfahrt: Juli/August 1905. Station Nr. 53 (V). Position: 45° 25′ 52″ nördl. Br.; 13° 29′ 22″

	Tiefe in *m*	7h a.	8h	9h	10h	11h	12h m.	1h p.	2h	3h	4h	5h	6h	7h
Temperatur des Wasser in °C	0	25·70	25·80	26·00	26·10	26·30	26·50	26·60	26·80	27·05	27·10	27·05	27·00	26·90
	5	25·20	25·20	25·20	25·60	25·80	25·50	25·40	25·00	25·00	25·00	24·80	25·00	24·90
	10	24·30	24·40	24·45	24·50	24·55	24·45	24·20	24·30	24·00	24·00	24·10	24·20	24·30
	15	22·20	[1]23·70	23·80	23·90	23·30	22·70	22·70	22·50	22·20	22·10	22·20	[2]23·10	23·30
	20	19·50	19·80	20·10	20·00	20·30	20·40	20·00	19·90	19·70	20·00	20·30	20·20	20·10
	36·5 Grund	19·40	19·70	19·50	19·50	19·60	19·60	19·30	19·40	19·45	19·50	19·50	19·50	19·60
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0	22·17		22·21		21·98		21·81		21·70		21·78		21·80
	5	24·24		23·83		23·28		24·14		[24·50]		24·84		24·67
	10	25·58		25·57		25·57		25·74		25·81		25·80		25·66
	15	26·19		25·38		26·01		25·93		26·32		26·19		25·93
	20	27·38		27·19		27·17		27·19		27·33		27·11		27·12
	36·5 Grund	27·56		27·52		27·43		27·68		27·57		27·52		27·55
Salzgehalt *(S)*	0	33·70		33·87		33·70		33·60		33·64		33·75		33·71
	5	36·22		35·68		35·19		36·17		[36·51]		36·85		36·67
	10	37·59		37·63		37·68		37·75		37·77		37·79		37·69
	15	37·56		37·10		37·74		37·39		37·74		37·56		37·63
	20	38·12		38·08		38·13		38·04		38·13		38·04		37·98
	36·5 Grund	38·22		38·21		38·12		38·33		38·25		38·21		38·28
Strömung		0—3 *m*: aus W; in größerer Tiefe aus S	4—5 *m*: aus W; ·/· keine Str.	5 *m*: aus E	0—5 *m*: aus NNW	·/·	10 *m*: stark aus N	·/·	5 *m*: stark aus N	0 *m*: aus W; in der Tiefe sehr schwach aus N	·/·	0 *m*: aus NW; 5 *m*: aus S	0—3 *m*: aus NE; 4 *m*: keine Str.; 5—25 *m*: aus S	0—3 *m*: aus N
Temperatur der Luft in °C	0·1	24·0	24·8	25·3	25·6	26·0	26·3	26·7	27·1	27·3	27·35	27·4	27·1	26·8
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bewölkung	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1—2 Cirri
Windrichtung und Stärke	—	0	0	NW 1—2	NW 2	NW 2	NW 2—3	NNW 2—3	NNW 2	NW 1	NW 1	WSW 1	0	W 1
		See spiegelglatt												

[1] Temperatur in 15 *m* zweimal nachgemessen und 24·0° und 24·1° gefunden.
[2] » » 15 *m* » » » 23·5° » 23·6° »
[3] » zweimal mit gleichem Ergebnis gemessen.

östl. L. v. Gr. (2·4 *km* westlich von Umago). Beobachtungszeit: 31./VII. 7h a. m. bis 1./VIII. 7h a. m.

8h	9h	10h	11h	12h	1h a.	2h	3h	4h	5h	6h	7h	Mittel [4]	Tages-amplitude	Mittlere Schwankung	Tiefe in *m*
26·80	26·70	26·60	26·40	26·40	26·20	26·10	26·00	25·90	25·95	26·00	26·10	26·42	1·40	0·37	0
25·00	24·80	25·00	25·30	25·50	25·60	25·30	25·00	25·40	25·40	25·10	25·40	25·21	1·00	0·23	5
24·40	24·50	24·60	24·30	24·30	24·00	23·90	23·80	23·30	23·40	23·70	24·00	24·16	1·30	0·28	10
23·00	22·80	22·40	23·00	22·80	22·00	21·70	21·50	21·30	20·60	20·20	20·70	22·43	3·70	0·75	15
20·40	20·20	20·20	20·00	19·90	19·70	19·80	19·90	19·60	19·60	19·75	20·10	19·99	0·90	0·20	20
[3] 19·90	19·65	19·60	19·55	19·60	19·65	19·70	19·65	19·55	19·50	19·70	20·00	19·58	0·70	0·10	36·5 Grund
	22·04		22·17		22·03		22·00		21·92		—	21·96	0·51		0
	24·67		24·05		23·86		24·50		24·17		—	24·23	1·56		5
	25·59		25·59		25·71		25·87		25·93		—	25·71	0·36		10
	26·02		26·04		26·32		26·51		26·85		—	26·11	1·47		15
	27·16		27·19		27·29		27·28		27·43		—	27·23	0·32		20
	27·53		27·56		27·56		27·50		27·56		—	27·54	0·25		36·5 Grund
	33·95		33·98		33·73		33·60		33·47		—	33·73	0·51	0·11	0
	36·63		36·00		35·87		36·48		36·20		—	36·21	1·66	0·37	5
	37·68		37·60		37·65		37·77		37·70		—	37·70	0·20	0·05	10
	37·56		37·66		37·66		37·72		37·83		—	37·60	0·73	0·14	15
	38·07		38·04		38·06		38·13		38·22		—	38·09	0·24	0·05	20
	38·26		38·26		38·30		38·22		38·25		—	38·24	0·21	0·04	36·5 Grund
	0—5 *m* aus N		Im ganzen Profil sehr stark aus N	·/·	·/·	·/·	Im ganzen Profil sehr schwach aus N	Noch schwächer aus N	0—3 *m* aus W; unterhalb sehr schwach aus N	An der Oberfläche schwach aus E; am Grund aus SSW	0 *m*: Keine Stömung; 2—3 *m*: schwach aus W; Grund aus SSE				
26·6 —	25·6 —	25·4 —	25·0 —	24·4 —	24·2 —	23·7 —	23·6 23·0	23·55 23·0	23·8 23·3	23·75 23·2	24·7 24·4	25·49	3·85		0·1 2
2	2	2	1	0	1	1—2	1—2	5	4—5	4 Cirri	5 Cirri	1·2			—
0	E 1—2	ESE 1	ESE 1—2	E 1—2	E 1—2	E 2—3	E 2—3	E 2	E 1—2	ESE 1	SE 1—2	Mittlere Stärke 1·4			—
See spiegelglatt	[5]			Der Wind weht stoßweise											

[4] Zur Mittelbildung bei Dichte und Salzgehalt wurde nur die Beobachtung um 7h a. mit halbem Gewichte genommen.
[5] 9h: Der Wind flaut sehr rasch ab und die See wird wieder glatt. Starker Taufall.
Die interpolierten Werte sind eingeklammert.

Tabelle VI.

Terminfahrt: Juli/August 1905. Station Nr. 54 (VI). Position: 45° 45′ 38″ nördl. Br.; 13° 36′ 15″

	Tiefe in *m*	5^h p.	6^h	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h
Temperatur des Wassers in °C	0	26·60	27·10	27·30	26·60	24·80	24·50	26·20	27·00	26·95	26·90	26·80	26·70	25·40
	0·5	27·90	27·50	27·45	27·10	27·70	27·60	27·10	27·20	27·10	27·00	27·00	26·80	25·60
	1	27·60	27·40	27·30	27·50	27·70	27·50	27·60	27·40	27·20	27·00	27·00	26·80	26·50
	5	26·60	26·50	26·50	26·70	26·80	26·60	26·60	26·65	26·70	26·60	26·70	26·70	26·70
	9	—	—	—	—	—	—	26·00	[25·90]	25·80	[25·70]	25·65	[25·65]	25·60
	10	—	—	—	—	—	—	—	24·40	24·80	[24·60]	[24·40]	24·20	23·80
	11—12 Gr.	25·10	24·40	24·60	24·10	24·00	23·90	23·80	23·70	23·70	23·60	23·65	23·50	23·50
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0	13·16		15·15		8·12		17·29	19·35	20·28		21·32		19·25
	0·5	17·52		15·40		19·19		18·81		20·31		21·27		19·45
	1	19·79		20·46		19·72		20·36		20·59		21·23		20·49
	5	21·84		22·56		22·34		22·42		22·28		22·57		22·40
	9	—		23·11[1]		—		23·56		—		23·82		—
	11—12 Gr.	23·86		24·62		25·29		25·54		25·42		25·60		25·59
Salzgehalt *(S)*	0	22·05		24·99		14·61		27·40	30·48	31·71		33·03		29·70
	0·5	28·42		25·39		30·56		29·81		31·82		33·04		30·05
	1	31·32		32·10		31·27		32·09		32·22		32·99		31·80
	5	33·61		34·52		34·36		34·38		34·23		34·61		34·40
	9	—		35·11[1]				35·61		—		35·82		—
	11—12 Gr.	35·63		36·44		37·09		37·34		37·13		37·36		37·29
Strömung		In der Tiefe aus E, an der Oberfläche aus W	In der Tiefe aus ESE, an der Oberfläche aus WNW	·/·	·/·	In der Tiefe aus SSE		In der Tiefe aus ESE	In der Tiefe wenig Strömung, an der Oberfläche aus E	In der Tiefe aus WSW, an der Oberfläche aus ENE	In der Tiefe aus NNE			In der Tiefe keine Strömung; an der Oberfläche aus ENE
Temperatur der Luft in °C	0·1	27·1	27·1	27·1	26·0	24·4	25·2	25·4	25·1	24·6	23·9	23·7	23·7	23·0
	2	27·2	27·1	27·1	26·0	24·8	25·4	25·4	24·7	24·4	23·8	23·4	23·3	22·6
Bewölkung	—	0	0	0	0	0	0	1	3—4	1	1	0	1	1
Windrichtung und Stärke	—	SSW 1—2	WSW 1	0	0	0	ENE 1	E 2	0	ENE 2	E 2	ENE 2—3	E 3	E 2—3
Wasser-temperaturen in °C	0·2	—	—	—	—	27·2	—	—	—	—	—	—	—	—
	2·0	27·0	—	—	27·2	—	—	—	27·2	27·1	27·0	—	26·7	26·7
	7·0	—	—	26·2	—	26·2								
							8 *m* 26·2				3 *m* 26·95			
	Grund 2 Messung.	25·5												
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0·2	—		—		17·93		—		—		—		—
	2·0	21·19		—		—		—		21·52		—		—
Salzgehalt *(S)*	0·2	—		—		28·68		—		—		—		—
	2·0	32·94		—		—		—		33·36		—		—
		See schwach bewegt		See spiegelglatt	Landgeruch wird bemerkbar.									

[1] In 7 m.

östl. L. v. Gr. (Golf von Monfalcone). Beobachtungszeit: 3./VIII. 5^h p. bis 4./VIII. 5^h p. m.

6^h	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h	12^h m.	1^h p.	2^h	3^h	4^h	5^h	Mittel	Tages-amplitude	Mittlere Schwankung	Tiefe in *m*
26·30	26·60	26·90	23·30	25·30	27·10	27·60	27·90	27·30	27·70	27·90	28·00	26·56	4·70	0·84	0
26·50	26·70	27·10	26·60	25·90	26·80	27·40	27·20	27·40	27·70	27·90	27·95	27·09	2·35	0·41	0·5
26·60	26·70	27·10	26·80	26·80	26·70	26·75	27·30	27·45	27·60	27·90	27·80	27·18	1·40	0·35	1
26·60	26·65	26·70	26·70	26·60	26·60	26·80	26·70	26·80	26·90	27·00	27·00	26·69	0·50	0·09	5
[25·45]	25·30	[25·40]	25·50	[25·25]	25·00	25·90	[25·80]	25·70	[25·75]	25·80	[25·70]	[25·60]	[1·00][2]	—	9
23·80	[23·75]	23·70	[24·45]	25·20	25·00	[25·30]	25·60	[25·05]	24·50	[24·15]	23·80	[24·47]	[1·90][2]	—	10
23·50	23·40	23·40	23·20	23·10	23·20	23·40	23·60	23·60	23·50	23·45	23·40	23·67	2·00	0·30	11—12 Gr.
	21·51		6·10		12·76		15·26		15·33		—				0
	21·64		20·26		15·53		—		18·41		—				0·5
	21·55		20·89		20·05		—		21·50		—				1
	22·45		21·79		22·44		—		21·92		—				5
	24·12		23·73		23·97		—		—		—				9
	25·73		25·76		25·64		25·54		25·74		—				11—12 Gr.
	33·19		11·38		21·71		25·39		25·41		—	25·18[3]	21·81	5·14	0
	33·41		31·53		25·29		[27·41]		29·52		—	29·74	8·12	2·09	0·5
	33·30		32·46		31·29		[32·45]		33·60		—	32·28	2·33	0·59	1
	34·45		33·58		34·42		[34·13]		33·84		—	34·24	1·03	0·26	5
	36·07		35·63		35·75		—		—		—	[35·78]	—	—	9
	37·43		37·39		37·23		37·27		37·48		—	37·15	1·85	0·27	11—12 Gr.
	In der Tiefe aus WSW; an der Oberfläche aus NE	In 5 *m* aus E; an der Oberfläche aus NNE; am Grund aus SE	Am Grund aus SE; in 5 *m* aus SE; an der Oberfläche aus NNW			In 5 *m* aus SE; an der Oberfläche aus NE				In 5 *m* aus ENE; an der Oberfläche aus WSW					
23·3	23·8	24·2	23·6	25·2	26·8	27·3	27·8	27·7	27·8	28·0	28·3	25·5	5·3		0·1
23·0	23·4	23·8	23·7	25·4	26·8	27·4	27·6	27·7	27·8	28·0	28·3	25·4	5·7		2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0·35			—
ENE 2	ENE 1—2	NW 1	NW 1	WNW 1	NW 1	NW 1	SW 2	SW 2	SW 1—2	SW 1—2	SW 1	Mittlere Stärke 1·4			—
—	—	—	26·3												0·2
26·8	—	—	—												2·0
		4 *m* 26·7				8 *m* 26·4									7·0
															Grund 2 Messung.
	—		20·09												0·2
	—		—												2·0
	—		31·18												0·2
	—		—												2·0
								Starker Seegang							

[2] Sind, da aus einer geringeren Zahl von Beobachtungen abgeleitet, als Minimalwerte zu betrachten.
[3] Die Beobachtung 5^h p. wurde bei der Mittelbildung mit halbem Gewichte genommen.

Tabelle VII.

Terminfahrt: Oktober 1905. Station Nr. 22 (VII). Position: 45° 25′ 52″ nördl. Br.; 13° 29′ 37″ östl. L. v. Gr. (2 *km* westl. von Umago). Beobachtungszeit: 8./X. 7ʰ a. m. bis 4ʰ p. m.

	Tiefe in *m*	7ʰ a.	8ʰ	9ʰ	10ʰ	11ʰ	12ʰ m.	1ʰ p.	2ʰ	3ʰ	4ʰ	Mittel
Temperatur des Wassers in °C	0	19·40	19·45	19·45	19·50	19·60	19·70	19·70	19·60	19·60	19·70[1]	19·57
	5	19·50	19·60	19·60	19·60	19·70	19·80	19·80	19·70	19·75[1]	19·80	19·69
	10	19·50	19·50	19·50	19·60	19·65	19·60	19·60	19·60	19·60	19·70[1]	19·585
	15	19·55	19·60	19·60	19·65	19·70	19·65	19·70	19·60	19·45	19·40[1]	19·59
	20	20·00	20·10	20·05	20·00	20·05	20·10?	20·00	19·90[1]	19·90	19·90	20·00
	25	[19·80]	19·90	19·70	19·70	19·60	19·70	19·60	19·50	19·60	19·70	19·68
	30	19·50	19·50	19·50	19·50	19·55	19·60	19·50	19·50	19·40	19·40	19·50
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0	25·81		25·90		25·79		25·76		—		25·82
	5	25·92		25·66		25·80		25·95		—		25·83
	10	26·12		25·91		25·98		26·04		—		26·01
	15	25·88		26·02		25·92		25·95		—		25·94
	20	26·43		26·41		26·46		26·67		—		26·49
	30 Grund	27·03		27·28		26·88		27·06		—		27·06
Salzgehalt *(S)*	0	36·15		36·28		36·18		36·18		—		36·20
	5	36·30		35·99		36·20		36·44		—		36·23
	10	36·52		36·25		36·39		36·45		—		36·40
	15	36·19		36·39		36·31		36·35		—		36·31
	20	37·04		37·03		37·10		37·36		—		37·13
	30 Grund	37·60		37·93		37·42		37·63		—		37·65
Strömung	5	Aus SW	SW	NW	NW	NW	NW	—	W			
	20	—	—	NE	—	NW						
	15 u. Grund	—	—	--	NW							
Temperatur der Luft in °C	0·1	14·2	14·0	14·8	15·5	5·9	15·8	16·2	15·6	15·4	15·35	15·3
Bewölkung	—	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9	9·8
Windrichtung und Stärke	—	E 0·5	E 1	E 1	SE 1	SSW 0·5	0	S 2–3	SSE 2–3	SSW 2-3	SW 2	Mittl. Stärke 1·35
												Beobachtung wegen Seeganges abgebrochen.

[1] Temperatur mehrmals mit gleichem Ergebnis gemessen. — Die interpolierten Werte sind eingeklammert.

Tabelle VIII.

Terminfahrt: Jänner 1906. Station Nr. 12 (VIII). Position: 45° 32′ 20″ nördl. Br.; 13° 34′ östl. L. v. Gr. (1 *km* nördl. von Pirano).

Beobachtungszeit: 4./I., 7h a. m. bis 7h p. m.

	Tiefe in *m*	7h a.	8h	9h	10h	11h	12hm.	1h p.	2h	3h	4h	5h	6h	7h	Mittel	Tages-amplitute	Mittlere Schwankung
Temperatur des Wassers in °C	0	9·50	9·58[5]	9·60	9·64	9·62	9·65	9·62	9·62	9·52	9·42	9·48	9·44	9·40	9·55	0·25	0·08
	5	9·44	9·50	9·56	9·58	9·58	9·58	9·50	9·60	9·50	9·40	9·40	9·40	9·35	9·50	0·25	0·07
	10	9·50	9·60	9·64	9·65	9·62	9·58	9·56	9·48	9·46	9·45	9·40	9·42	9·44	9·53	0·25	0·08
	17·5	9.50	9·50	9·56	9·50	9·64	9·50	9·42	9·42	9·44	9·40	9·40	9·40	9·40	9·47	0·24	0·06
	24·5 Grund	9·26	9·40	9·44	9·44	9·52	9·40	9·50	9·54	9·44	9·50	9·40	9·40	9·44	9·44	0·28	0·05
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0	28·83		28·94		28·95		28·87		28·90		28·94		28·93	28·91		
	5	28·91		28·92		28·94		28·92		28·83		28·89		28·95	28·91		
	10	28·99		28·93		28·94		28·89		28·89		28·97		28·90	28·93		
	17·5	29·14		29·03		29·05		29·10		29·05		29·16		29·12	29·09		
	24·5 Grund	29·31		29·18		29·17		29·13		29·40		29·33		29·16	29·24		
Salzgehalt (*S*)	0	37·28		37·43		37·46		37·35		37·36		37·41		37·38	37·39	0·18	0·04
	5	37·34		37·37		37·40		37·36		37·25		37·30		37·36	37·34	0·15	0·04
	10	37·41		37·38		37·38		37·30		37·28		37·36		37·29	37·34	0·14	0·04
	17·5	37·57		37·43		37·48		37·50		37·43		37·57		37·52	37·49	0·14	0·04
	24·5 Grund	37·69		37·57		37·57		37·51		[37·56][1]		37·75		37·54	37·60	0·24	0·08
Strömung	0	Aus ENE (0–10)		—	—	—	—	Strom-umkehr	—				Ganz schwach aus NE				
	5		Aus ESE	Aus ESE (5–10)			—	Aus WNW (5–10)	—	Aus WNW	Aus WSW						
	10				·/.	·/.	—		—			—		0			
	17·5	—	—	—	—	—	Aus NE	—	Aus WNW								
Temperatur der Luft in °C	0·1	5·4	5·4	5·5	6·0	5·6	5·6	5·6	5·5	5·4[2]	6·0	6·0	6·0	6·2	5·7	0·8	
	2	5·0	5·1	5·2	5·4	5·0	5·05	5·2	5·1	5·2	5·8	5·8	5·8	6·2	5·4	1·2	
Bewölkung	—	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Windrichtung und Stärke	—	SE 1	SE 1	SE 0·5	WNW 1	NNW 0·5	NNW 0·5	WNW 1	WNW 0·5	N 0·5	NNE 0·5[3]	WNW 0·5[4]	NNE 1	ESE 0·5	Mittl. Stärke 0·7		

1 Interpoliert für eine offenbar schlechte Beobachtung [37·84].
2 Beim Einsetzen des Nord 0·1 *m*: 5·6°; 2 *m*: 5·4°.
3 4h 20m setzt ENE ein.
4 5h 30m erhebt sich der NE.
5 Wassertemperatur in 1 *m* um 8h: 9·6 und Schwache Dünnung aus NW.

Tabelle IX.

Terminfahrt: März 1906. Station: Nr. 8 (IX). Position: 45° 32′ 20″ nördl. Br.; 13° 34′ 20″

	Tiefe in *m*	7h a.	8h	9h	10h	11h	12h m.	1h p.	2h	3h	4h	5h	6h	7h
Temperatur des Wassers in °C	0 10 15 20 27 Grund	8·30 8·48 — 8·46? 8·30	8·30 8·50 8·40 8·28 8·30	8·50 8·46 — 8·30 8·38	8·60 8·58 8·41 8·30 8·40	8·58 8·60 — 8·30 8·41	8·84 8·60 8·50 8·38 8·42	8·90 8·60 — 8·38 8·38	8·88 8·64 8·48 8·32 8·40	9·02 8·70 — 8·40 8·34	8·94 8·70 8·52 8·38 8·41	8·86 8·76 — 8·38 8·42	8·80 8·74 8·42 8·36 8·40	8·80 8·78 — 8·32 8·40
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0 10 20 27 Grund	29·08 29·30 29·33 29·64		28·85 29·40 29·49 29·69		29·15 29·24 29·51 29·44		29·06 29·34 29·71 29·63		[28·96] [29·30] [29·58] [29·60]		29·01 29·29 29·44 29·55		29·07 29·35 29·54 29·65
Salzgehalt *(S)*	0 10 20 27 Grund	37·34 37·59 37·57 37·88		37·09 37·72 37·75 37·97		37·48 37·54 37·77 37·66		37·43 37·66 38·04 37·89		[37·34] [37·64] [37·87] [37·84]		37·36 37·63 37·70 37·79		37·42 37·72 37·80 37·92
Strömung	—	Von der Oberfläche bis zum Grunde stark aus WSW	In 10 *m* stark aus WNW	Drehung auf N	In 10 *m* und 15 *m* aus NE	Oberfläche bis 15 *m* aus NE	10 *m* bis Grund aus NE; oberhalb anfangs in den Golf, dann wechselnd	In 10 und 20 *m* aus ESE	In 10 und 15 *m* aus ENE	Oberfläche bis 10 *m* schwach aus WNW; 10—20 *m* schwach aus ENE	Oberfläche bis 20 *m* aus NE	Oberfläche bis 5 *m* schwach aus N; 5—15 *m* stark aus NE	In 15 *m* aus E	In 10 und 20 *m* aus W; am Grunde hinaus?
Temperatur der Luft in °C	0·1 2	6·5 5·8	6·8 7·4	7·5 7·3	7·8 7·9	8·2 8·1	8·8 8·6	8·8 8·8	[2] 9·4 9·2	9·0 9·0	10·0 10·2	10·2 10·3	9·0 9·0	8·8 9·0
Bewölkung	—	0	0	0	0	1	1—2	4	5—6	1	0	0	1—2	1
Windrichtung und Stärke	—	0	0	0	0	NW 0·5	WNW 1—2	WNW 2	W 2	W 1—2	W 1—2	WSW 1	0	0
	Bei Beginn ganz schwacher Borin, später eben so schwacher SW	Wassertemperatur in 0·5 *m* 8·42, in 1 *m* 8·47, in 5 *m* 8·48°					Wellen überstürzen sich Wassertemperatur in 1 *m* 8·73°		[2] 2h 25m: 9·4°				Die See wird glatt	

Die interpolierten Werte sind eingeklammert.

östl. L. v. Gr. (1 *km* nördl. von Pirano). Beobachtungszeit: 15./III. 7^h a. m. bis 16./III. 7^h a. m.

8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h	Mittel[1]	Tages-amplitude	Mittlere Schwankung	Tiefe in *m*
8·78	8·74	8·78	8·70	8·70	8·68	8·62	8·64	8·64	8·60	8·60	8·62	8·71	0·70	0·13	0
8·62	8·64	8·44	8·58	8·62	8·60	8·60	8·60	8·60	8·60	8·60	8·62	8·61	0·30	0·06	10
8·44	—	8·42	—	8·48	—	8·52	—	8·50	—	8·58	—	8·47	0·20	0·05	15
8·36	8·40	8·38	8·40	8·40	8·40	8·40	8·44	8·42	8·44	8·50	8·50	8·38	0·20	0·04	20
8·38	8·38	8·30	8·40	8·34	8·38	8·38	8·38	8·38	8·38	8·40	8·40	8·38	0·10	0·02	27 Grund
	29·04		29·16		29·16		29·07		29·03			29·05			0
	29·29		29·33		29·32		29·23		29·22			29·30			10
	29·52		29·42		29·42		29·40		29·36			29·48			20
	29·48		29·53		29·47		29·47		29·44			29·55			27 Grund
	37·38		37·52		37·52		37·39		37·33			37·39	0·43	0·08	0
	37·60		37·65		37·65		37·52		37·51			37·62	0·21	0·06	10
	37·81		37·66		37·68		37·66		37·60			37·75	0·47	0·09	20
	37·70		37·77		37·68		37·68		37·65			37·78	0·32	0·10	27 Grund
In 10 *m* aus WNW	In der Tiefe schwach aus WNW	In 5 *m* aus NE; in 10 und 15 *m* aus N	In 5—15 *m* aus NE	In 5—15 *m* aus ESE	In 10 *m* stark aus ENE	In 10 und 15 *m* stark aus ENE	In 10 *m* aus ENE	In 5 bis 15 *m* aus ENE	In 10—20 *m* aus NE	Oberfläche bis 5 *m* aus W; in 20 *m* aus S	An der Oberfläche stark aus WNW				—
8·4	8·1	7·4	7·0	7·0	6·6	6·8	7·8	7·4	7·6	7·6	8·6	8·1	3·7		0·1
8·4	8·2	7·2	7·1	6·8	6·6	7·2	7·8	7·2	7·8	7·8	8·6	8·1	4·5		2
0	0	1	0	1	1	6	3	9	10	10	9	2·5			—
0	0	E 1—2	SE 0·5	ESE 0·5	ESE 0·5	0	ENE 1	ESE 0·5	0	SW 1	ESE 1—2	0·7			—
		Wassertemperatur in 1 *m* und 5 *m* 8·7°													

[1] Zur Mittelbildung bei Dichte und Salzgehalt nur die Beobachtung um 7^h a. m. mit halbem Gewichte genommen.

Tabelle XI.

Terminfahrt: März 1906. Station Nr. 15 (X). Position: 45° 42′ 14″ nördl. Br.; 13° 25′ 24″ östl. L. v. Gr.

	Tiefe in *m*	7h a.	8h	9h	10h	11h	12h m.	1h p.
Temperatur des Wassers in °C	0	9·40	9·50	9·60	10·14	10·80	10·80	11·20
	1	9·40	9·46	9·60	9·90	10·08	9·80	9·98
	2	9·50	9·50	9·58	9·60	9·54	9·70	9·80
	3	9·58	9·50	9·52	9·54	9·50	9·60	9·70
	5—6 Grund	9·54	9·50	9·50	9·54	9·60	9·58	9·60
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0	20·19	20·43	20·44	20·28	18·80?	19·66	19·29
	1	20·21	20·47	20·45	20·41	20·34	20·33	20·29
	2	20·87	20·97	21·16	20·97	20·76	20·52	20·46
	3	21·20	20·58?	21·47	21·47	21·52	21·21	21·19
	5—6 Grund	21·54	21·46	21·67	21·67	21·66	21·41	21·65
Salzgehalt *(S)*	0	26·16	26·49	26·52	26·42	24·65 [2]	25·75	25·35
	1	26·19	26·55	26·55	26·55	26·49	26·42	26·40
	2	27·05	27·18	27·43	27·20	26·92	26·64	26·58
	3	27·49	26·68 [1]	27·83	27·82	27·87	27·49	27·49
	5—6 Grund	27·89	27·78	28·06	28·06	28·07	27·74	28·04
Strömung	—	Von der Oberfläche bis zum Grund gegen den Kanal Primero	An der Oberfläche keine Strömung; sonst wie vorher	0	0	Von der Oberfläche bis zum Grund gegen Grado	Von der Oberfläche bis 3 *m* nach Grado; am Grund gegen Kanal Primero	·/·
Temperatur der Luft in °C	0·1	8·0	8·3	9·8	11·0	11·8	12·8	12·4
	2	7·6	8·2	9·8	11·4	12·0	12·4	12·4
Bewölkung	—	10 Sonne durchscheinend	8	4 Cirri	3—4	3—4	3—4	4
Windrichtung und Stärke	—	NNE 0·5	NNE 0·5	NE 0·5	0	0	WNW 0·5	WNW 0·5
							Oberflächentemperatur mit gleichem Ergebnis nachgemessen	

[1] Zur Berechnung den interpolierten Wert 27·50 benützt.
[2] Zur Berechnung den interpolierten Wert 26·08 benützt.

(Lagune von Grado, Kanal von Barbana). Beobachtungszeit: 14./VII. 7^h a. m. bis 15./VII. 7^h a. m.

2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h	Mittel	Tages-amplitude	Mittlere Schwankung	Tiefe in *m*
11·40	11·50	11·24	11·20	11·58	12·00	10·81	2·60	0·65	0
10·28	10·38	10·70	10·80	11·58	11·80	10·26	2·40	0·53	1
9·90	9·98	9·98	9·90	10·80	12·00	9·92	2·50	0·34	2
9·60	9·70	9·98	10·00	10·58	19·90	9·79	1·40	0·29	3
9·60	9·70	9·94	10·00	10·26	10·40	9·73	0·90	0·22	5—6 Grund
19·21	19·43	19·76	19·93	20·25	20·27	19·81			0
20·07	20·07	19·90	20·02	20·22	20·49	20·24			1
20·43	20·47	21·01	21·16	20·31 ?	21·30	20·78			2
21·54	20·54 ?	21·75	21·79	21·57	21·79	21·34			3
21·78	21·81	22·09	22·02	22·06	22·00	21·75			5—6 Grund
25·30	25·61	25·99	26·19	26·69	26·81	26·07	2·19	0·52	0
26·18	26·20	26·05	26·22	26·65	27·04	26·41	0·99	0·18	1
26·56	26·63	27·32	27·49	26·58 [4]	28·13	27·10	1·57	0·36	2
27·92	26·65 [3]	28·27	28·33	28·16	28·50	27·89	1·82	0·44	3
28·21	28·27	28·68	28·60	28·70	28·65	28·21	0·96	0·28	5—6 Grund
Oberfläche bis 1 *m* keine Strömung; 2—3 *m* nach Grado; 3 *m* bis Grund gegen Kanal Primero	·/·	Oberfläche bis 3 *m* stark gegen Kanal Primero	Oberfläche bis Grund stark gegen Kanal Primero		·/·				—
12·20	12·6	12·6	12·4	11·8	10·4	11·4	4·8		0·1
12·40	12·8	12·6	12·6	11·8	10·4	11·45	5·2		2
3—4	3	7	9	7—8	9	5·5			—
NW 1—2	SW 2	SW 2	WSW 1—2	SW 1	SW 0·5	Mittlere Stärke 0·9			—

[3] Zur Berechnung den interpolierten Wert 28·00 benützt.
[4] Zur Berechnung den interpolierten Wert 27·62 benützt.

Tabelle XIl.

Terminfahrt: Februar 1908. Station Nr. 2 (XI). Position: 45° 42′ 14″ nördl. Br.; 13° 25′ 24″ östl. L. v. Gr.

	Tiefe in *m*	7h 35 a.	8h	9h	10h	11h	12h m.	1h p.	2h	3h	4h	5h	6h	7h
Temperatur des Wassers in °C	0	0·30	0·20	0·20	0·60	1·50	1·84	2·20	3·10	3·06	3·08	3·18	3·02	2·80
	2	[0·20]	0·10	0·30	0·58	1·42	1·80	2·18	2·90	3·02	3·06	3·18	3·04	2·80
	5—6 Gr.	0·28	0·44	—0·20	0·64	1·40	1·79	1·90	2·80	3·10	3·00	3·20	3·04	2·78
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0	26·77	26·54	26·35	26·40	26·35	26·21	25·94	25·96	26·10	26·18	26·23	26·32	26·33
	5—6 Gr.	26·89	26·89	26·93	26·47	26·36	26·20	26·19	26·14	26·24	26·22	26·35	26·54	26·63
Salzgehalt (*S*)	0	33·33	33·04	32·81	32·89	32·90	32·75	32·46	32·57	32·75	32·84	32·92	33·01	32·99
	5—6 Gr.	33·47	33·48	33·48	32·95	32·88	32·72	32·71	32·74	32·90	32·86	33·04	33·26	33·35
Strömung	—	Schwach gegen Kanal Primero		Stark gegen Grado	·/·	·/·	·/·	Oberfläche bis 2 *m* keine Strömung, darunter schwach gegen Kanal Primero	Stark gegen Kanal Primero	·/·	·/·	Ganz schwach gegen Kanal Primero	·/·	0
Temperatur der Luft in °C	2	—3·0	—3·0	—1·7	—0·4	+1·6	2·8	3·6	4·4	5·0	4·8	4·6	3·8	2·2
Bewölkung	—	1	1	1·5	1·5	0 Einige Cirri	0 ·/·	0 ·/·	0 ·/·	1 Cirri	1·5	5 Strat. et Cirri	3—4 ·/·	1
Windrichtung und Stärke	—	N 1	N 0·5	NNW 0·5	WNW 0·5	WNW 0·5	W 0·5	NNW 1	NW 1	W 1	W 1	W 1	W 0·5	N 0·5
	Wasser-temperatur in °C	in 0·1*m* =0·1°			Fast kein Plankton							Unterschied zwischen Hoch- und Niedrigwasser zirka 1 *m*		
Mehrere Tage vor Beginn dieser Beobachtung herrschte Bora		Beobachtung gerade bei Sonnenaufgang Tiefste Ebbe	Beginn der Flut	Steigend Wasser	·/·	·/·	·/·	Stromumkehr	Fallend Wasser	·/·	·/·	Ebbe tiefer als in der Früh	·/·	Steigend Wasser

Die interpolierten Werte sind eingeklammert.

(Lagune von Grado, Kanal von Barbana). Beobachtungszeit: 6./II. 7^h 35^m a. m. bis 7./II. 7^h 40^m a. m.

8h	9h	10h	11h	12h	1h a.	2h	3h	4h	5h	6h	7h	7h 40 a.	Mittel 1	Tages-amplitude	Mittlere Schwankung	Tiefe in *m*
2·80	2·88	2·80	2·80	3·08	3·00	2·92	2·98	2·64	2·18	1·78	1·50	1·40	2·31	2·98	0·79	0
2·80	2·80	3·08	3·00	3·18	3·04	3·00	3·02	2·70	2·20	[1·80]	1·58	1·42	2·32	3·08	0·81	2
2·70	2·60	2·70	3·02	3·14	3·04	3·00	3·08	2·80	2·24	1·80	1·58	1·34	2·29	3·40	0·81	5–6 G
26·37	26·37	26·12	26·02	26·33	26·16	25·92	25·83	25·94	26·07	26·12	26·12	—	26·19			0
26·79	26·85	26·68	26·42	26·33	26·30	26·11	26·01	26·54	26·35	26·27	26·26	—	26·43			5–6 Gr.
33·04	33·06	32·74	32·61	33·03	32·81	32·50	32·39	32·50	32·61	32·63	32·60	—	32·78	0·94	0·18	0
33·54	33·60	33·40	33·11	33·01	32·95	32·72	32·61	33·22	32·95	32·80	32·77	—	33·06	0·99	0·26	5–6 Gr.
An der Oberfläche 0; am Grund ganz schwach gegen Kanal Primero	Ganz schwach gegen Grado	Etwas stärker (besonders an der Oberfläche) gegen Grado	Stark gegen Grado	Sehr stark gegen Grado	·/.	·/.	Ganz schwach gegen Grado	Gegen Kanal Primero	Stark gegen Kanal Primero	·/.	Stark gegen Kanal Primero	Ganz schwach gegen Kanal Primero	—			—
1·5	1·2	1·6	1·7	2·0	3·0	1·0	0·8	0·6	1·8	0·4	0·0	−1·0	1·7			2
2—3	6—7	8—9	9	6—7	1	0	0	0	0	0	1 Cirri	3	2·1			—
N zu E 0·5	E 0·5	0	W zu N 0·5	0	0	NE 1—2	ENE 0·5	NE 0·5	ENE 1	ENE 1	W 0·5	ENE 0·5	Mittlere Stärke 0·6			—
·/·	Oberflächentemperatur zweimal mit gleichem Erfolg gemessen ·/·	·/·	·/·	·/·	Ab 1h a. prächtiger klarer Sternenhimmel ·/·	·/·	Unterschied gegen Niedrigwasser 1·2 *m* Hohe Flut	Fallend Wasser	·/·	·/·	·/·	Beobachtung gerade bei Sonnenaufgang	Die Temperaturmittel wurden ohne die Beobachtungen um 7^h 40 a. des 7./II. gebildet			

Tabelle XII.

Terminfahrt: Februar 1908. Station Nr. 3 (XII). Position: 45° 32′ 20″ nördl. Br.; 13° 34′ östl. L.

	Tiefe in *m*	7h a.	8h	9h	10h	11h	12h m.	1h p.	2h	3h	4h	5h	6h	7h
Temperatur des Wassers in °C	0	7·60	7·62	7·78	7·81	8·00	8·12	8·26	8·60	8·70	[1] 8·72	8·68	8·30	8·00
	10	7·60	7·62	7·70	7·79	7·94	7·81	7·88	7·82	7·84	7·80	7·80	7·80	7·80
	24—25 Gr.	7·60	7·62	7·63	7·64	7·70	7·80	7·79	7·80	7·80	7·80	7·76	7·70	7·70
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0	29·95	29·83	29·92	29·92	29·84	29·75	29·92	29·73	29·69	29·62	29·59	29·70	29·80
	10	29·82	30·02	30·02	29·91	29·89	30·01	29·95	29·94	29·86	29·83	29·90	29·90	29·81
	24—25 Gr.	30·32	30·17	30·10	30·16	30·18	30·15	29·98	30·05	30·11	29·90	30·04	29·90	30·06
Salzgehalt *(S)*	0	38·30	38·15	38·30	38·30	38·24	38·15	38·40	38·22	38·21	38·12	38·06	38·13	38·19
	10	38·07	38·33	38·35	38·22	38·22	38·36	38·30	38·27	38·18	38·13	38·22	38·22	38·10
	24—25 Gr.	38·62	38·44	38·35	38·42	38·46	38·46	38·22	38·31	38·40	38·13	38·30	38·10	38·31
Strömung	—	—	In 10 *m* aus dem Golf hinaus	In 10 *m* schwach aus SE	In 10 *m* aus NNE	In 10 *m* schwach aus E	In 10 *m* stark aus E	In 10 und 25 *m* stark aus S zu E	In 10 *m* stark aus E	Stark aus ESE	Aus dem Golf hinaus	In 10 *m* aus E; am Grunde aus NNE	In 10 *m* aus E zu S	In 10 *m* aus SSE
Temperatur der Luft in °C	2	6·4	6·3	7·0	7·3	7·9	7·6	8·0	8·2	9·0	8·8	9·1	8·4	8·2
Bewölkung	—	0	1	3—4	1—2	1	5 Im SW	8 Sonne durchscheinend	9	6 Sonnenschein	8—9	6 SW frei	3	3
Windrichtung und Stärke	—	ENE 1—2	ESE 1—2	ENE 1—2	ENE 1	NW 0·5	NNE 0·5	N 0·5	E 0·5	An der Küste E 0·5; auf der See NNW 0·5	0	NNW 0·5, später SSW 1	SSE 0·5	SSE 0·5
	Mehrere Tage vorher Bora. Am Vortag Scirocco bis zur Stärke 3, der aber am Abend völlig abflaut.	Grund bei 25 *m*				Der NW setzt bald nach 10h ein				Wasserstand am tiefsten (Gr. bei 24 *m*)	[1]			

[1] Wassertemperaturen 4h 15m in 0·5 *m* 8·42, in 1 *m* 8·1, in 2 *m* 8·0, in 5 *m* 7·9.

v. Gr. (1 *km* nördlich von Pirano). Beobachtungszeit: 8./II. 7^h a. m. bis 9./II. 7^h a. m.

8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h	Mittel	Tages-amplitude	Mittlere Schwankung	Tiefe in *m*
8·04	7·80	7·60	7·60	7·56	7·40	[2] 7·40	7·50	7·78	7·66	7·74	7·79	7·93	1·32	0·34	0
7·80	7·65	7·70	7·68	7·66	7·64	7·70	7·81	7·84	7·84	7·90	7·85	7·77	0·34	0·77	10
7·70	7·68	7·64	7·66	7·64	7·66	7·68	7·79	7·70	7·70	7·74	7·68	7·71	0·20	0·53	24—25 Gr.
29·74	29·85	29·83	29·73	29·66	29·68	29·66	29·76	29·64	29·69	29·68	29·71	29·75			0
30·03	29·86	29·85	29·91	29·90	29·90	29·90	29·78	29·89	29·87	29·83	29·92	29·90			10
29·97	29·94	30·02	30·04	29·92	29·97	30·03	29·90	29·78	29·87	29·98	29·95	30·02			24—25 Gr.
38·13	38·22	38·15	38·03	37·93	37·93	37·90	38·04	37·95	37·98	37·99	38·04	38·12	0·50	0·11	0
38·39	38·14	38·13	38·21	38·19	38·19	38·21	38·06	38·22	38·19	38·15	38·22	38·21	0·33	0·06	10
38·21	38·15	38·25	38·28	38·13	38·19	38·26	38·13	37·95	38·06	38·22	38·17	38·26	0·67	0·11	24—25 Gr.
In 10 *m* schwach aus SSE	Ganz schwach aus N	In 10 *m* aus W zu N	In 10 *m* aus WNW	In 10 *m* aus W su S	In 10 *m* aus W; von 0—2 *m* keine Strömung	In 10 *m* aus ENE; von 0—2 *m* keine Strömung	In 10 *m* aus ENE; von 0—2 *m* keine Strömung	Von der Oberfläche bis 10 *m* keine Strömung	In 10 *m* aus NE	In 10 *m* aus ENE?	—	—			—
7·7	7·8	6·8	6·6	6·4	6·8	7·0	7·0	7·2	7·0	6·9	6·9	7·5			2
1	3	2—3	8 Cumuli	6—7	9	9	10	6	7	10	10	5·5			—
SSE 1—2	S 2	W zu N 0·5	WNW 0·5	W zu S 0·5	W 0·5	WSW 0·5	WSW 1	S zu W 2	SE 2	SE 2	SE 2	Mittlere Stärke 1			—

[2] Wassertemperaturen 2^h 25^m in 0·5 *m* 7·53, in 1 *m* 7·6.

Tabelle XIII.

Terminfahrt: Juli 1908. Station Nr. 1 (XIII[1].) Position: 45° 42′ 14″ nördl. Br.; 13° 25′ 24″ östl. L. v. Gr.

	Tiefe in *m*	7h 20m a.	8h 10m	9h	10h	11h	12h m.	1h p.	2h	3h	4h	5h	6h	7h
Temperatur des Wassers in °C	0	24·85	25·20	25·20	25·60	25·76	25·90	26·64	27·50[1]	27·38	27·26	27·60	27·54	27·50
	1	24·85	25·14	25·20	25·59	25·70	25·81	26·50	27·57	27·39	27·20	27·50	27·54	27·52
	3	24·85	25·10	25·20	25·56	25·64	25·58	25·80	27·60	27·50	27·24	27·42	27·44	27·50
	5—6 Grund	24·85	25·08	25·16	25·56	25·60	25·50	25·58	27·23	27·40	27·26	27·36	27·44	27·50
Dichte (σ_{t_n})	0	22·49		22·28		21·66		21·42		21·54		21·58		21·39
	1	22·50		22·03		21·71		21·51		21·40		21·56		21·45
	3	22·68		22·14		21·74		21·92		21·54		21·65		21·48
	5—6 Grund	22·50		22·18		21·77		21·97		21·63		21·70		21·50
Salzgehalt *(S)*	0	33·78		33·65		33·04		33·09		33·56		33·71		33·41
	1	33·80		33·31		33·10		33·15		33·39		33·64		33·50
	3	34·00		33·45		33·10		33·40		33·60		33·71		33·53
	5—6 Grund	33·77		33·46		33·10		33·35		33·65		33·74		33·53
Strömung	—	Schwach gegen Grado	Stärker gegen Grado	Stark gegen Grado	Schwächer gegen Grado	·/·	Schwach gegen Grado	Ganz schwach gegen Kanal Primero	Stärker gegen Kanal Primero	·/·	·/·	5h schwach gegen Kanal Primero, 5h 30m schwach gegen Grado	Stärker gegen Grado	Sehr stark gegen Grado
Temperatur der Luft in °C	2	24·6	25·3	25·5	25·5	25·8	26·0	25·8	25·4	24·7	24·4	25·4	25·3	25·2
Bewölkung	—	2	3	1—2	5 Cirri u. Cumuli	3	3—4	5	7	8—9	5	3 Cirri	2	1
Windrichtung und Stärke	—	0	SE 1	SW 1—2	SW 2	S 1—2	SW 2	WSW 1—2	SSW 2	SW 3	0	0	0	0
Am Vorabend der Beobachtungen ein heftiges Gewitter	Vollmond	Steigend Wasser	·/·	·/·	·/·	·/·	·/·	Fallend Wasser	·/·	·/·	·/·	Zuerst fallend, dann Steigend Wasser	Steigend Wasser	·/·

[1] Temperatur der Wasseroberfläche zweimal mit gleichem Ergeb. gemessen

(Lagune von Grado, Kanal von Barbana). Beobachtungszeit: 14./VII. 7^h20^m a. m. bis 15./VII. 7^h35^m p. m.

8h	9h	10h	11h	12h	1h a.	2h	3h	4h	5h	6h	7h 35m	Mittel[1]	Tages amplitude	Mittlere Schwankung	Tiefe in *m*
27·20	26·66	26·20	25·88	25·90	25·90	25·74	25·40	25·10	25·00	25·04	25·10	26·17	2·75	0·82	0
27·26	26·64	26·14	25·96	25·90	25·92	25·74	25·40	25·08	25·00	25·00	25·00	26·15	2·72	0·81	1
27·46	26·60	26·10	25·94	25·98	25·92	25·66	25·40	25·08	24·98	25·00	25·00	26·11	2·75	0·82	3
27·40	26·64	26·16	25·90	25·84	25·80	25·70	25·40	25·00	24·90	24·96	24·60	26·05	2·90	0·83	5—6 Grund
	21·59		22·04		21·91		22·33		22·36		—	21·86			0
	21·53		21·88		21·92		22·34		22·39		—	21·82			1
	21·65		21·97		22·04		22·36		22·47		—	21·94			3
	21·59		22·00		22·13		22·43		22·55		—	21·97			5—6 Grund
	33·32		33·60		33·44		33·78		33·68		—	33·49	0·74	0·21	0
	33·24		33·42		33·47		33·80		33·71		—	33·45	0·70	0·19	1
	33·36		32·53		33·60		33·82		33·80		—	33·56	0·90	0·17	3
	33·28		33·51		33·66		33·89		33·85		—	33·56	0·79	0·19	5—6 Grund
·/.	Stark g.gen Grado	Schwach gegen Grado	·/.	Schwach gegen Kanal Primero	Stark gegen Kanal Primero	Sehr stark gegen Kanal Primero	·/.	Schwach gegen Kanal Primero	Sehr schwach gegen Kanal Primero	Keine Strömung wahrzunehmen	·/. aber Wasser schon gestiegen				—
24·5	24·2	23·9	23·8	23·9	22·8	23·1	22·4	21·9	22·3	23·1	24·1	24·3	4·1		1
2	2	2	3	1—2	1	1	1	0·5	0·5	0·5	0·5	2·7			—
0	NE 0·5	NE 0·5	ESE 2	ESE 2	Einzelne Stöße aus ENE 2	0	Stoßweise ENE 3	0	0	E 1	0	1·1			—
·/.	·/.	·/.	Hochwasser; nicht so hoch wie Mittags	Fallend Wasser	·/.	·/.	·/.	·/.	Außerordentlich tiefe Ebbe; Wasserstand zirka 1·5 *m* niedriger als bei Hochwasser			[1] Zur Mittelbildung bei Dichte und Salzgehalt wurde nur die Beobachtung um 7^h 20^m a. m. mit halbem Gewichte genommen			

Tabelle XIV.

Station XIV (Nr. 2, Juli 1908). Position: 45° 38′ nördl. Br.; 13° 22′ 20″ östl. L. v. Gr. (5 *km*

	Tiefe in *m*	7h 15m a.	8h	9h	10h	11h	12hm.	1h p.	2h	3h	4h	5h	6h	7h
Temperatur des Wassers in °C	0	23·90	23·94	24·04	24·30	24·80	24·94	24·40	24·30	24·20	24·38	24·18	24·16	24·06
	1[1]	[23·90]	23·94	[24·02]	[24·15]	24·20	24·56	24·34	24·20	24·12	24·30	24·16	24·14	24·08
	3[1]	23·90	[23·94]	[24·00]	[24·10]	[24·10]	24·04	24·00	24·18	24·10	24·24	24·10	24·10	24·08
	5	23·90	23·94	24·00	24·10	24·06	24·00	24·04	24·06	24·08	24·14	24·18	24·16	24·10
	10	23·90	23·94	23·70	23·90	24·00	24·00	23·90	23·82	23·74	23·60	23·80	23·94	23·94
	13·5—14·5 Grund	22·10	22·30	22·42	22·60	22·76	22·82	23·06	23·20	23·26	23·20	23·10	23·14	23·10
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0	23·09		23·32		23·15		23·09		23·23		23·20		23·28
	1	23·37		[23·34]		23·30		23·23		23·23		23·31		23·24
	3	23·25		[23·34]		[23·31]		23·25		23·26		23·27		23·27
	5	23·22		23·35		23·33		23·28		23·41		23·36		23·37
	10	23·52		23·95		23·68		23·71		24·31		24·30		23·76
	13·5—14·5 Grund	25·43		25·56		25·40		25·05		24·84		25·12		25·04
Salzgehalt (*S*)	0	34·20		34·56		34·64		34·40		34·51		34·46		34·52
	1	34·57		[34·58]		34·60		34·56		34·47		34·60		34·47
	3	34·40		[34·56]		[34·56]		34·45		34·50		34·51		34·50
	5	34·34		34·55		34·56		34·49		34·67		34·64		34·61
	10	34·70		35·20		34·96		34·96		35·69		35·70		35·05
	13·5—14·5 Grund	36·53		36·82		36·74		36·39		36·19		36·51		36·39
Strömung	—	In der Tiefe aus SSE	In 5 *m* und am Grund stark aus N; In 10 *m* aus E	In 5 und 10 *m* aus S; Am Grund aus NE	Oberfläche bis 5 *m* aus S; In 10 *m* keine Störung; Am Grund aus NE	In 5 *m* aus S; Am Grund aus SE	·/·	In 5 *m* aus ESE; Am Grund aus NE	In 5 *m* aus N	In 5 *m* aus N; In 10 *m* aus NE	In 2—5 *m* aus N; in 10 *m* aus NE; Am Grund aus E	In 3 *m* aus N; In 5 *m* aus NE	In 5 *m* aus N; in 10 *m* und am Grund aus NE; 6h 15m In 1—5 *m* aus SSE	In 5 *m* und bis zum Grund aus E
Temperatur der Luft in °C	2	20·1	20·0	20·3	21·9	21·0	22·2	22·1	22·5	22·5	23·0	22·6	22·8	23·0
Bewölkung	—	6	3·5	2	0·5	1	1	2—3	4	6	4—5	7	8—9	7
Windrichtung und Stärke	—	N 2	WNW 3	WNW 1	0	0	SW 1	WSW 2	W 3	W 3—4	W 3	W 3	W 1	0
	Am Vorabend der Beobachtung ging unter bedeutendem Niederschlag und Sturm ein heftiges Gewitter aus SW nieder	Seegang Äußerst klare Luft			Seegang bereits gering					Starker Seegang			Seegang läßt uach	
Gemessene Wassertiefe in *m*		13·5	·/·			14·2	14·25					14	·/·	

Interpolierte Werte sind eingeklammert.

[1] Die Temperaturen in 1 und 3 *m* Tiefe wurden stets am Schluß der Serie gemessen.

südl. von Grado, wie Station I). Beobachtungszeit: 16./VII. 7^h 15^m a. m. bis 17./VII. 7^h 15^m a. m.

8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	1^h a.	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h 15^m	Mittel [1]	Tages-amplitude	Mittlere Schwankung	Tiefe in *m*
24·00	24·00	24·00	24·00	24·00	24·00	23·90	23·86	23·82	23·88	23·82	23·84	24·12	1·12	0·22	0
23·90[2]	24·00	24·00	24·00	24·00	23·98	23·90	23·84	23·80	23·78[3]	23·86	23·80[4]	24·05	0·78	0·15	1
24·00	24·00	24·00	23·90	23·94	23·86	24·00	23·80	23·70	23·80[3]	23·82	23·86	23·99	0·54	0·10	3
24·02	24·02	24·00	24·00	24·00	24·00	23·96	23·92	23·90	23·88	23·86	23·92	24·01	0·32	0·06	5
23·94	24·02	24·00	23·64	23·60	23·66	23·80	23·90	23·98	24·10	24·10	24·06	23·88	0·50	0·08	10
22·90	22·86	23·00	22·90	22·84	23·16	23·10	23·08	23·10	23·20	23·30	23·28	22·96	1·20	0·23	13·5—14·5 Grund
	23·25		23·09		23·15		23·26		23·22		—	23·20			0
	23·26		23·06		23·20		23·26		23·27		—	23·25			1
	23·27		23·16		23·26		23·27		23·28		—	23·27			3
	23·31		23·16		23·30		23·22		23·22		—	23·30			5
	23·37		24·23		24·38		24·18		23·95		—	23·96			10
	25·29		25·30		25·02		24·97		24·91		—	25·15			13·5—14·5 Grund
	34·46		34·25		34·33		34·42		34·37			34·44	0·44	0·09	0
	34·47		34·20		34·38		34·42		34·40			34·47	0·40	0·09	1
	34·47		34·29		34·40		34·38		34·42			34·46	0·27	0·06	3
	34·52		34·31		34·50		34·36		34·34			34·50	0·36	0·10	5
	34·56		35·54		35·75		35·57		35·35			35·28	1·19	0·34	10
	36·63		36·65		36·39		36·29		36·26			36·48	0·63	0·17	13·5—14·5 Grund
In 3 *m* aus E	—	In 5 und 10 *m* aus SE	In 3 und 5 *m* aus SSE	In 5 *m* aus NE	In 5 *m* aus E	In 5 m aus E	In 5 *m* aus NNE In 3 *m* aus E	In 5 *m* aus NNE In 3 *m* aus E	In 3—10 *m* aus NNE	In 5 *m* und am Grund aus E	In 3 *m* bis zum Grund aus SE				—
22·4	22·1	22·4	21·3	21·4	21·0	21·0	19·8	19·6	19·9	19·5	20·1	21·4	3·5		2
8	6	4	4	8	6—7	3	1—2	0·5	0·5	0·5	0·5	3·9			—
E 3	E 3	E 1	NE 2	NE 3	NE 1—2	NNE 2	NNE 3	NNE 3	NNE 2—3	NNE 2—3	NNE 1—2	Mittl. Stärke 2			—
[2] Temperatur in 1 *m* zweimal mit gleichen Ergebnissen gemessen								4^h 40^m Sonnenaufgang	[3] Temperaturen in 1 u. 3 *m* zweimal mit gleichen Ergebnissen gemessen		[4] Temperaturen in 1 *m* zweimal mit gleichen Ergebnissen gem. Seegang sehr schwach	[1] Zur Mittelbildung bei Dichte und Salzgehalt wurde nur die Anfangsbeobachtung mit halbem Gewichte genommen			
			14·5	14·5			14	13·8	13·5	wenig. als 13·5	mehr als 13·5				

Tabelle XV.

Terminfahrt: Juli 1908. Station Nr. 3 (XV). Position: 45° 32′ 8″ nördl. Br.; 13° 34′ 12″ östl. L.

	Tiefe in *m*	7h 10m a.	8h	9h	10h	11h	12h m.	1h p.	2h	3h	4h	5h	6h	7h
Temperatur des Wassers in °C	0	24·26	24·26	24·30	24·20	24·20	24·24	24·22	24·28	24·26	24·30	24·30	24·34	24·30
	5	24·38	24·30	24·26	24·26	24·30	24·30	24·30	24·34	24·34	24·30	24·30	24·40	24·30
	8[1]	—	24·18	—	—	—	23·96	—	—	—	23·90	—	—	—
	9[1]	—	23·00	—	—	—	23·50	—	—	—	23·00	—	—	—
	10	22·38	22·42	22·84	23·26	23·38	23·40	23·40	23·66	23·46	23·20	22·76	22·80	22·90
	11[1]	[19·76]	19·76	[20·40]	[21·04]	21·68	22·30	22·70	22·66	21·30	21·00	20·50	21·44	21·00
	12[1]	—	19·60	—	—	—	21·96	—	—	—	20·20	—	—	—
	13[1]	—	—	—	—	—	20·10	—	20·10	—	—	—	—	—
	15	19·34	19·34	19·30	19·26	19·40	19·40	19·46	19·66	19·80	19·74	19·50	19·60	19·70
	20	19·30	19·26	19·26	19·30	19·30	19·34	19·30	19·54	19·50	19·44	19·50	19·50	19·40
	33 Grund	18·94	18·90	19·20	19·20	19·30	19·20	19·20	19·18	19·20	19·24	19·30	19·30	19·20
Dichte ($\sigma_{\tau n}$)	0	23·51		23·45		23·36		23·38		23·57		[23·68]		23·41
	5	23·53		23·48		23·40		23·39		23·53		[23·71]		23·36
	10	25·10		24·78		24·55		24·44		24·67		[25·17]		25·01
	11[1]	[26·91]	26·88	—		[25·94]		25·05		26·03		26·71		26·21[3]
	15	27·16		27·23		27·32		27·19		27·24		[27·37]		27·22
	20	27·29		27·32		[27·42][2]		27·36		27·31		27·35		[27·36][2]
	33 Grund	27·49		27·37		27·35		27·35		27·45		[27·45]		27·40
Salzgehalt *(S)*	0	34·90		34·83		34·69		34·70		34·97		[35·15]		34·79
	5	34·96		34·84		34·74		34·73		34·93		[35·15]		34·70
	10	36·22		35·96		35·88		35·73		36·06		[36·45]		36·29
	11[1]	[37·65]	37·60	—		[36·94]		36·27		37·03		37·64		37·16[3]
	15	37·80		37·89		38·03		37·89		38·07		[38·13]		38·01
	20	37·94		37·95		[38·10][2]		38·01		38·03		38·08		[38·05][2]
	33 Grund	37·99		37·92		37·93		37·90		38·03		[38·06]		37·97
Strömung	—	In 5 und 10 *m* aus NNE	In 5 *m* aus W; in 8 *m* aus dem Golf hinaus	In 5 und 10 *m* aus NE	In 5 und 10 *m* aus E; in 20 und 30 *m* sehr wahrscheinlich aus W	In 5 *m* aus S	In 5 *m* aus NNE; in 8 *m* aus SW; in 9 *m* aus SSE; in 11 und 13 *m* aus W	In 5 *m* sehr schwach aus SW; in 10 *m* aus SSE	In 5 *m* stark aus E	In 5 und 20 *m* aus E; in 30 *m* sehr wahrscheinlich aus E	In 12 *m* aus ENE; in 20 *m* aus E; in 30 *m* sehr wahrscheinlich aus E	In 5 *m* aus SE; in 20 *m* aus ESE	In 5 *m* aus E; in 20 *m* aus E	In 5 *m* aus ENE
Temperatur der Luft in °C	2	22·6	22·8	23·3	23·5	23·9	23·2	23·2	23·7	23·8	23·9	24·2	23·6	23·6
Bewölkung	—	4 Dichte Cirri	6	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Windrichtung und Stärke	—	0 bald nachher SSE 2	SSE 2—3	SE 2—3	SE 2—3	SSE 3—4	S 2	ESE 1	E 2	ESE 2	ESE 2	SE 1—2	ESE 1	E
	Am Vortag u. bei Beginn der Beobachtungen glatte See		8h 30m in 9 *m* $\sigma_{\tau n}$ = 24·64 S = 35·85	Wassertemperatur in 10 *m* um 10h 30m 23·0°			Der Regen, der nach 11h begann, hört wieder auf			In 15 und 20 *m* erst um 3h 25m, d. i. 10m später als gewöhnlich beobachtet		Temperatur in 20 *m* 2 mal mit gleichem Ergebnis gemessen. Leichte Dünnung	Dünnung	

[1] Die Beobachtungen in diesen Tiefen erfolgten zur halben Stunde (8½ a., 12½ p. etc.) [2] Interpoliert für eine offenbar fehlerhafte Beobachtung. [3] 7h 15m gemessen.

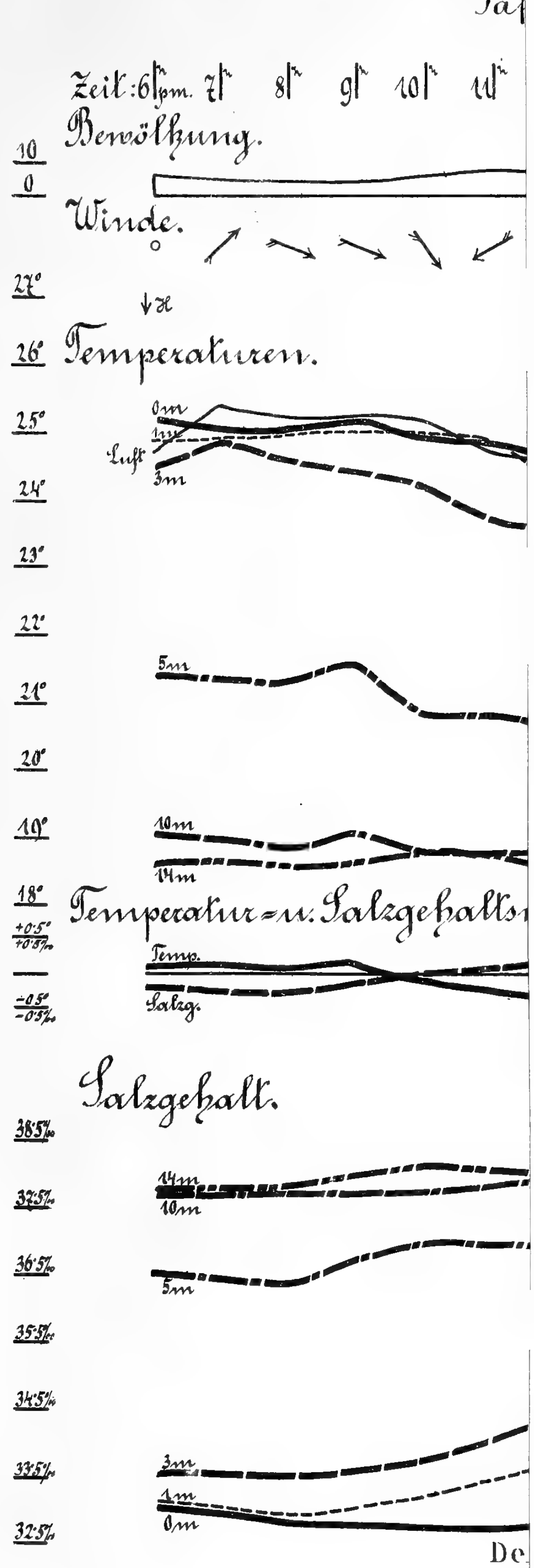
Die interpolierten Werte sind eingeklammert.

v. Gr. (600 *m* nördl. von Pirano). Beobachtungszeit: 18./VII. 7^h a. m. bis 19./VII. 7^h a. m.

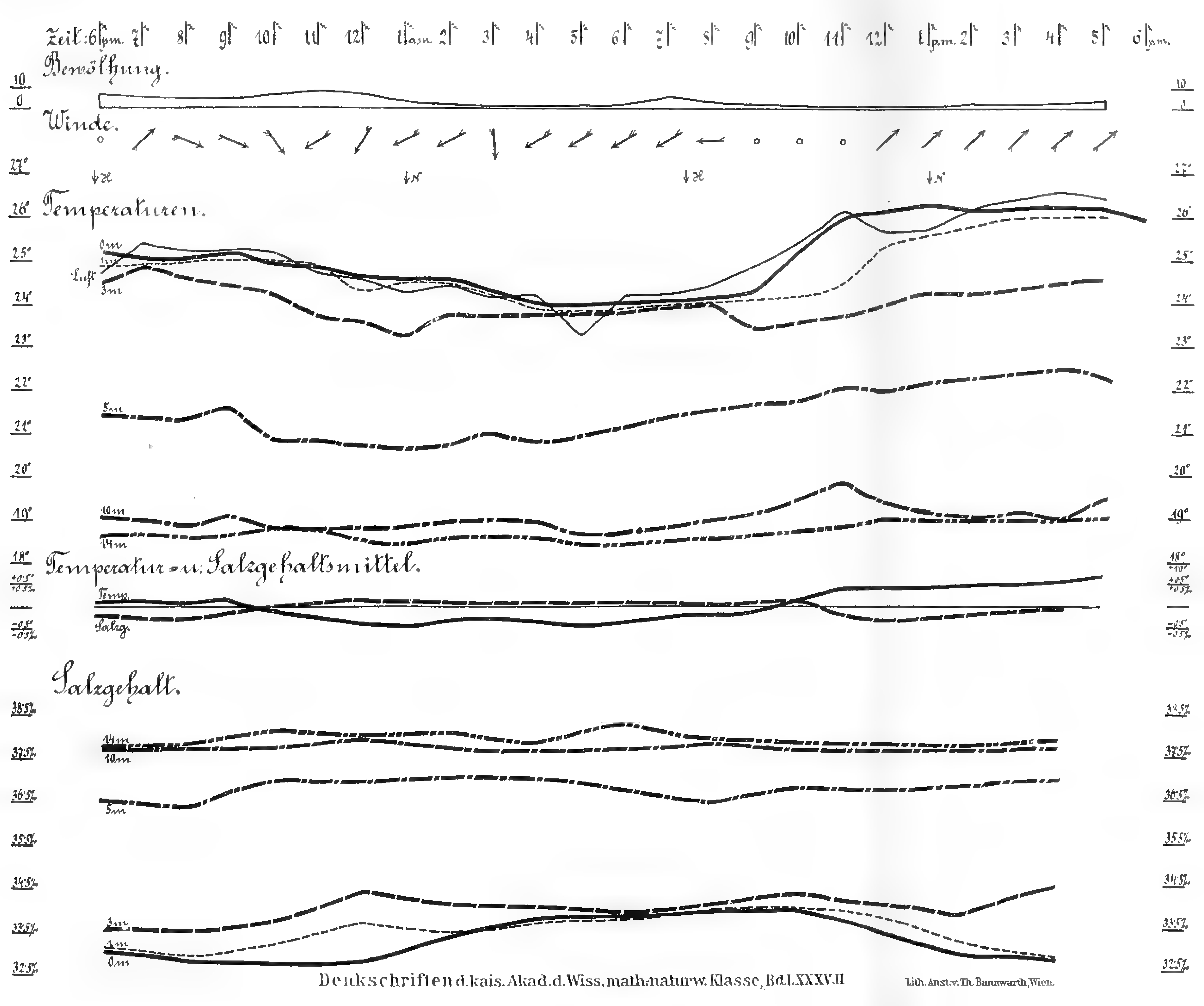
8h	9h	10h	11h [4]	12h	1h a.	2h	3h	4h	5h	6h	7h 10m a.	Mittel [5]	Tages-amplitude	Mittlere Schwankung	Tiefe in *m*
24·26	24·20	24·14	[24·10]	[24·06]	[24·02]	[23·98]	[23·94]	23·90	23·80	23·90	23·96	24·15	0·50	0·13	0
24·30	24·30	24·26	[24·22]	[24·18]	[24·14]	[24·10]	[24·06]	24·02	23·90	23·90	23·94	24·22	0·50	0·11	5
24·00	—	—	—	—	—	—	—	23·40	—	—	23·80	—	—	—	8[1]
23·50	—	23·60	—	—	—	—	—	23·00	—	—	23·54	—	—	—	9[1]
23·10	23·80	24·06	[23·55]	[23·00]	[22·75]	[22·60]	[22·70]	23·20	22·70	22·60	23·00	23·14	1·70	0·36	10
21·80	23·00	21·80	[21·30]	[20·95]	[20·60]	[20·30]	21·20	21·20	21·60	21·10	22·30	21·43	3·20	0·63	11[1]
21·60	—	—	—	—	—	—	—	21·30	—	—	21·00	—	—	—	12[1]
19·80	—	—	—	—	—	—	—	20·80	—	—	20·70	—	—	—	13[1]
19·60	19·60	19·60	[19·60]	[19·60]	[19·60]	[19·60]	[19·60]	19·60	19·60	19·70	19·74	19·56	0·50	0·11	15
19·44	19·40	19·60	[19·58]	[19·55]	[19·52]	[19·50]	[19·47]	19·44	19·40	19·40	19·40	19·43	0·35	0·08	20
19·16	19·20	19·30	[19·29]	[19·27]	[19·25]	[19·24]	[19·22]	19·20	19·16	19·16	19·30	19·21	0·40	0·06	33 Grund
	23·48		—		—		—	23·48		23·71		23·50			0
	23·47		—		—		—	23·76		23·71		23·53			5
	24·48		—		—		—	24·90		25·16		24·83			10
	24·74		—		—		—	25·94		26·16		26·06			11[1]
	27·07		—		—		—	27·04		27·07		27·19			15
	27·23		—		—		—	27·16		27·16		27·30			20
	27·31		—		—		—	27·37		27·42		27·40			33 Grund
	34·83		—		—		—	34·72		35·03		34·86	0·46	0·12	0
	34·85		—		—		—	35·11		34·99		34·90	0·42	0·13	5
	35·93		—		—		—	36·26		36·38		36·12	0·72	0·21	10
	35·97		—		—		—	36·88		37·14		37·03	1·67	0·41	11[1]
	37·77		—		—		—	37·74		37·81		37·91	0·39	0·12	15
	37·89		—		—		—	37·81		37·80		37·97	0·30	0·09	20
	37·84		—		—		—	37·94		37·98		37·96	0·22	0·05	33 Grund
—	—	—	—	—	—	—	—	—	In 5 und 15 *m* aus NE	An der Oberfläche, in 5 und 20 *m* aus E	In 5 *m* aus NNE; in 12 *m*, 15 *m* und an der Oberfläche aus NE	—	—	—	—
23·5	23·0	22·6	[22·0]	[21·4]	[20·9]	[20·3]	[19·8]	19·2	19·1	19·2	19·8	22·3			2
10	10	10	[10]	[10]	[10]	[10]	]10]	10	9—10	7	3—4	9·4			—
E 2, bald nacher NE 3	NE 4	E 2 später SSE 4	[SSE 5—6]			—	—	SSE 4	SSE 2	SSE 2	SSE 2	Mittlere Stärke 2·9			
	9h 40m beginnt schwacher Regen einzusetzen	Der Regen wird stärker								Rasche Aufheiterung aus S; Dünnung aus SW	Dünnung wird schwächer und am Ende der Beob. Windstille u. glatte See		Nach Prof. Cori bei Schluß der Beobachtung viel weniger Plankton, aber viel mehr Sinkstoffe als am Tage vorher.		

[4] Wegen starken Seeganges mußten die Beobachtungen von 11h p. bis 3h a. entfallen.
[5] Zur Mittelbildung für Dichte und Salzgehalt wurden alle Werte mit vollem Gewichte genommen.

Merz, Alfred: Hydrographische Untersu







Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Merz, Alfred: Hydrographische Untersuchu

Taf. II. St

Zeit: Vorm. 8h 9h 10h 11h 12h

Bewölkung.

10
0

Winde.

28°
27°

Temperaturen.

26°
25°
24°
23°
22°
21°
20°
19°

0m
5m
10m
Luft
15m
20m
365m

Temperaturmittel.

+0·5°
−0·5°

Salzgehalt.

38·5‰
37·5‰
36·5‰
35·5‰
34·5‰
33·5‰

365m
20m
15m
10m
5m
0m

Salzgehaltsmittel.

+0·5‰
−0·5‰

Denksc



Taf. II. Station No 53 (31. VII – 1./VIII 1905. 1 Seem. westl. vor Umago.)

Zeit: 7 a.m. 8h 9h 10h 11h 12h 1h p.m. 2h 3h 4h 5h 6h 7h 8h 9h 10h 11h 12h 1 a.m. 2h 3h 4h 5h 6h 7 a.m.

Bewölkung.

10
0

Winde.

Temperaturen.

28° 27° 26° 25° 24° 23° 22° 21° 20° 19°

0m 5m 10m Luft 15m 20m 36·5m

Temperaturmittel.

+0·5° −0·5°

Salzgehalt.

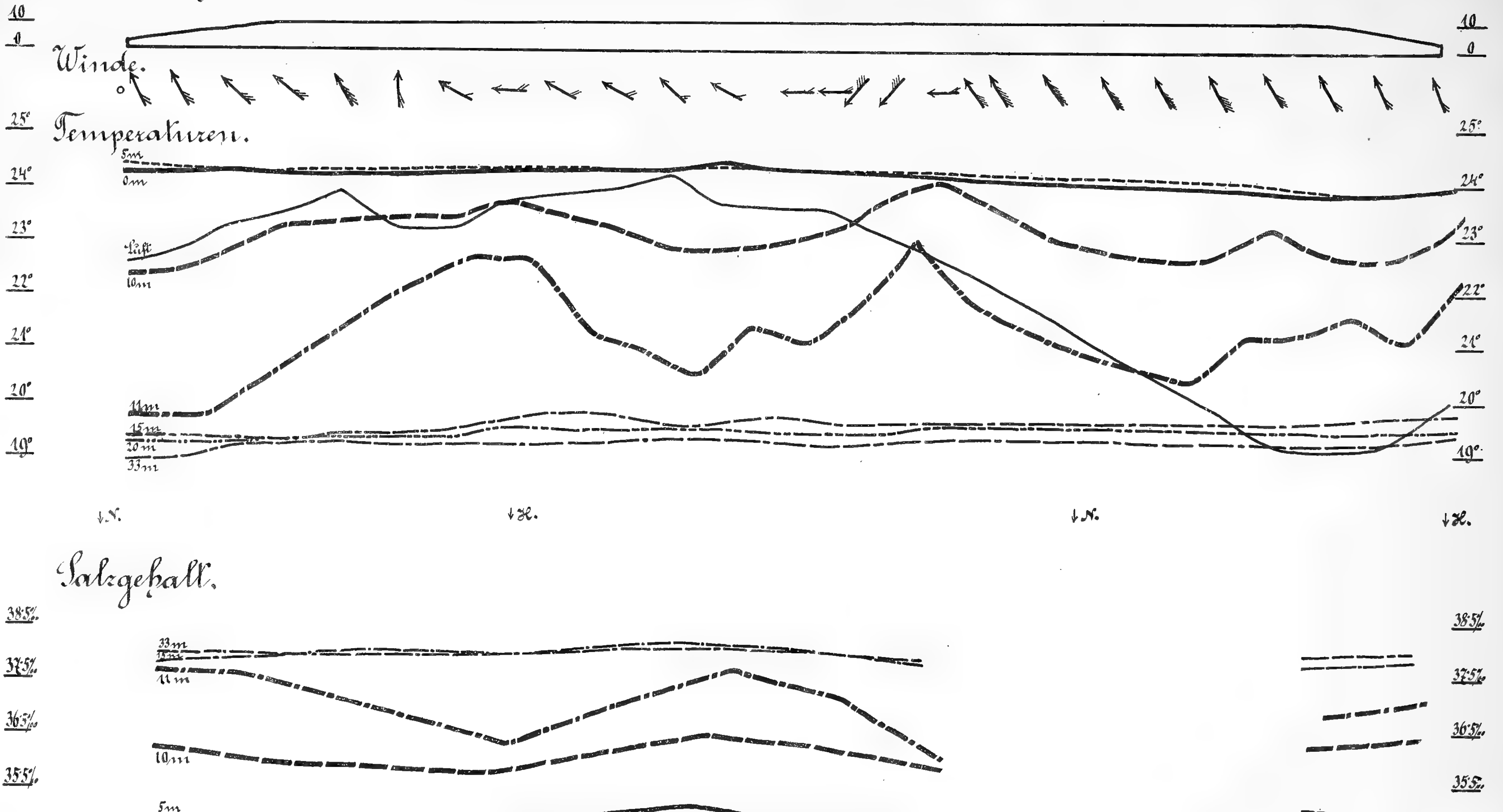
38·5‰ 37·5‰ 36·5‰ 35·5‰ 34·5‰ 33·5‰

36·5m 20m 15m 10m 5m 0m

Salzgehaltsmittel.

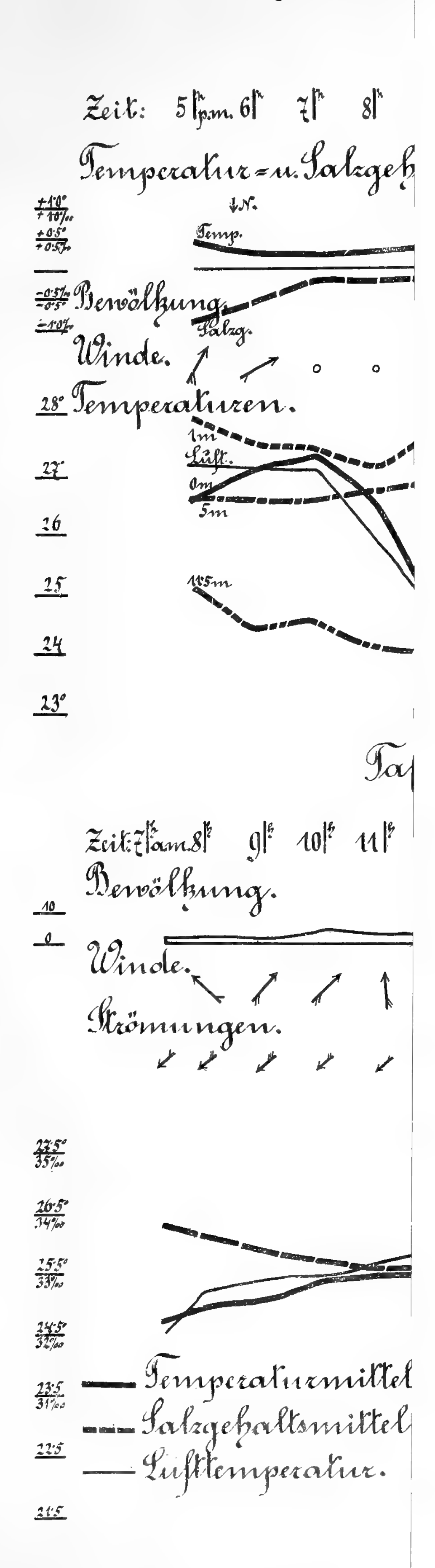
+0·5‰ −0·5‰

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Merz, Alfred: Hydrographische Un



Taf. IV Station No 57 (3.-4./VIII. 1905. 0·6 Seem. südl. vor Duino.)

Zeit: 5h p.m. 6h 7h 8h 9h 10h 11h 12h 1h a.m. 2h 3h 4h 5h 6h 7h 8h 9h 10h 11h 12h 1h p.m. 2 3 4 5h p.m.

Temperatur- u. Salzgehaltsmittel.

Bewölkung.

Winde.

Temperaturen.

Taf. V Station No 1. (14.-15./VII. 1908. In den Lagunen, bei Barbana.)

Zeit: 7h a.m. 8h 9h 10h 11h 12h 1h p.m. 2h 3h 4h 5h 6h 7h 8h 9h 10h 11h 12h 1h a.m. 2h 3h 4h 5h 6h 7h 8h a.m.

Bewölkung.

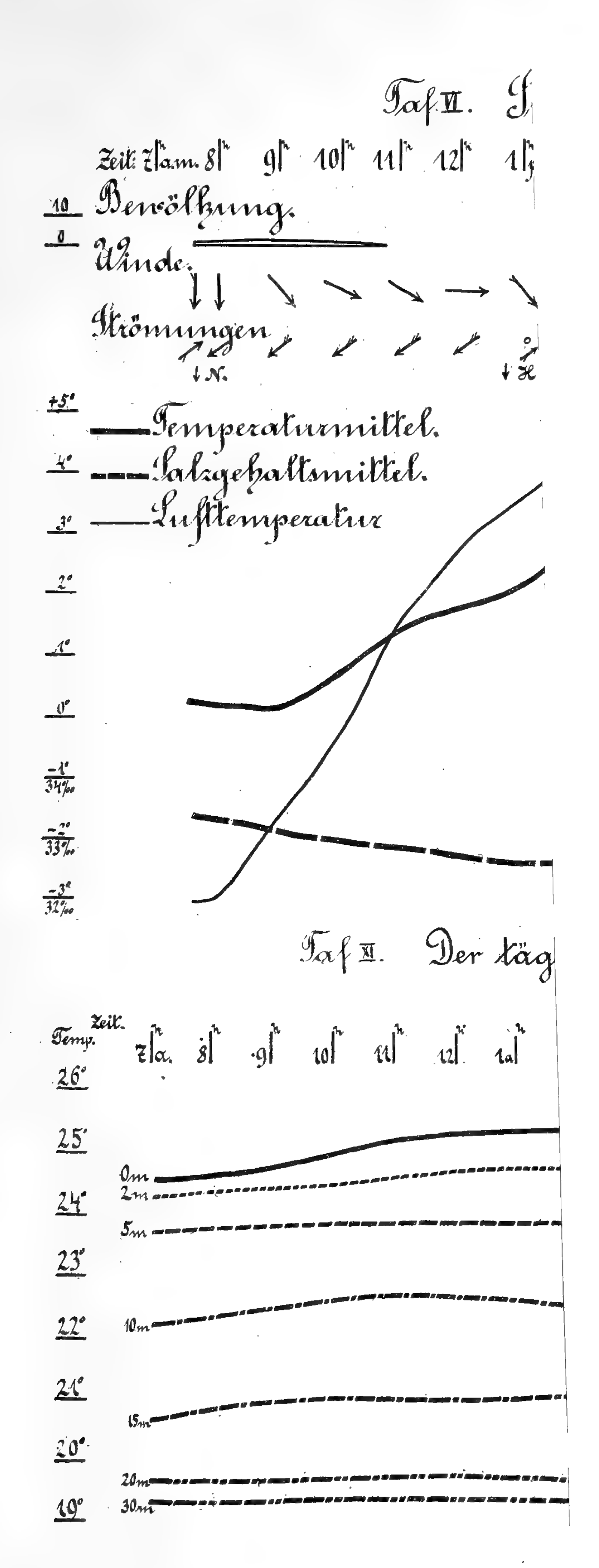
Winde.

Strömungen.

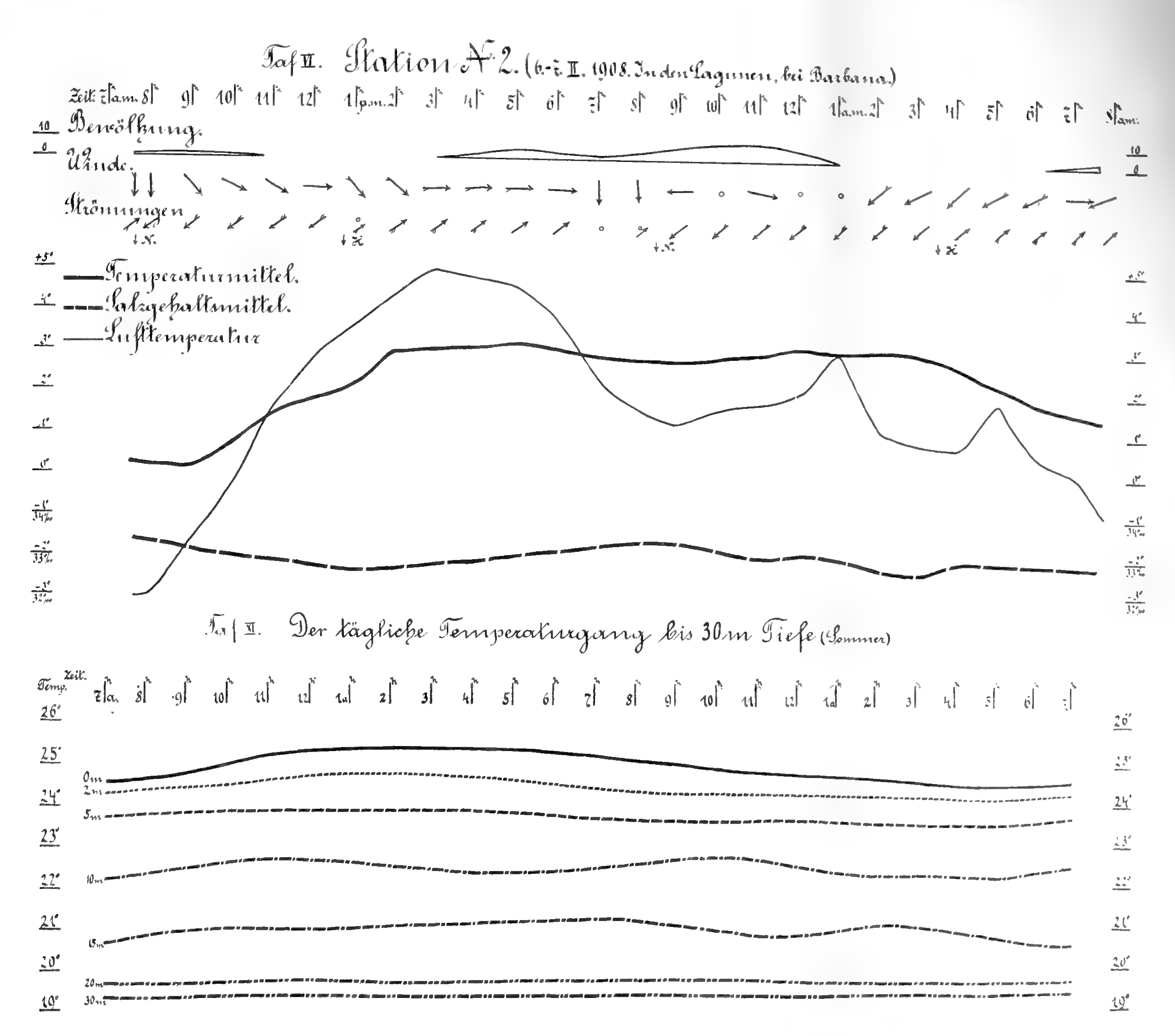
Temperaturmittel.

Salzgehaltsmittel.

Lufttemperatur.

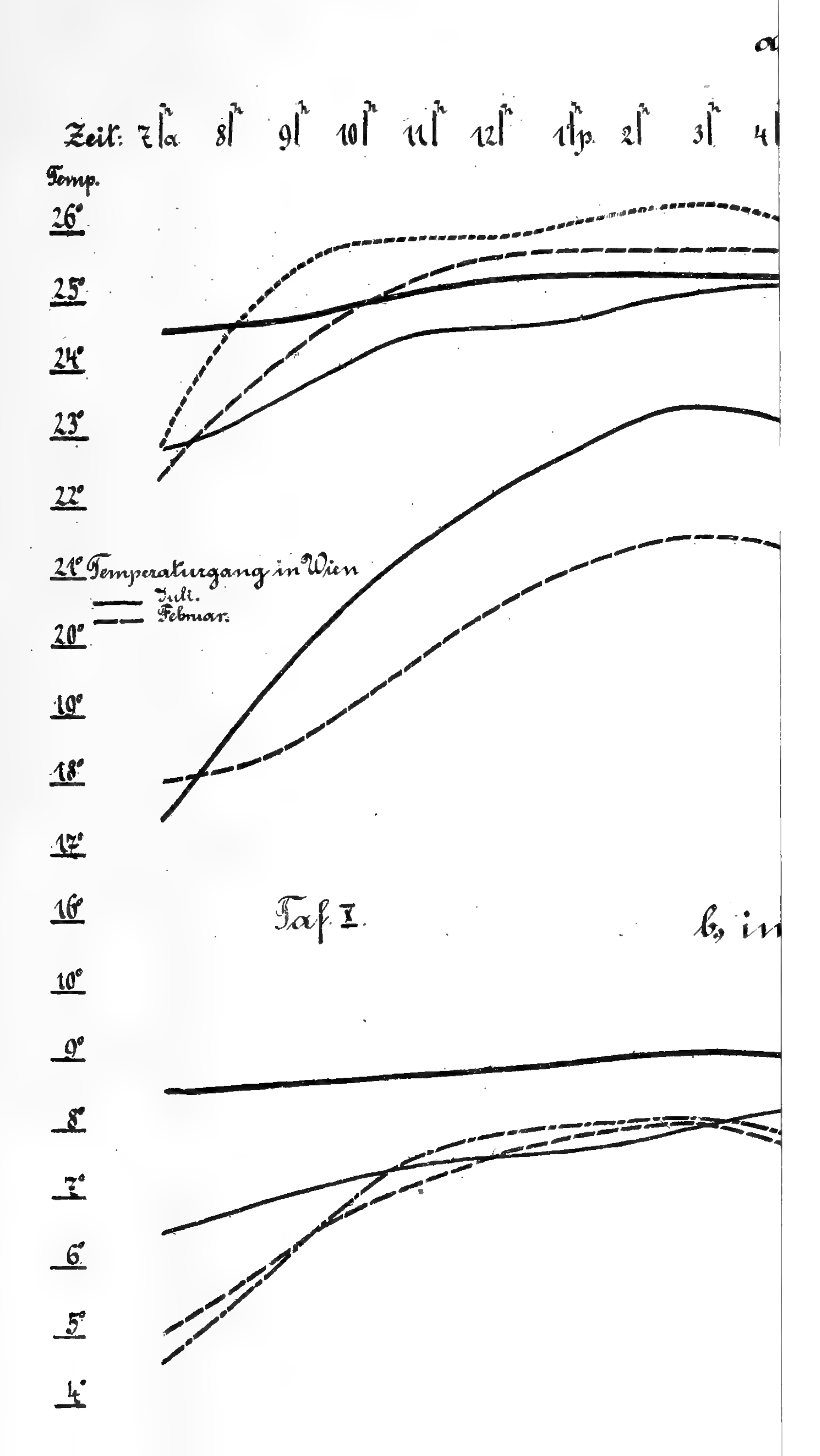

Taf. VI.
Zeit: 7h a.m. 8h 9h 10h 11h 12h 1h
Bewölkung.
Winde.
Strömungen
Temperaturmittel.
Salzgehaltsmittel.
Lufttemperatur
Taf. XI. Der täg
Temp.
Zeit.
0m
2m
5m
10m
15m
20m
30m

Denl



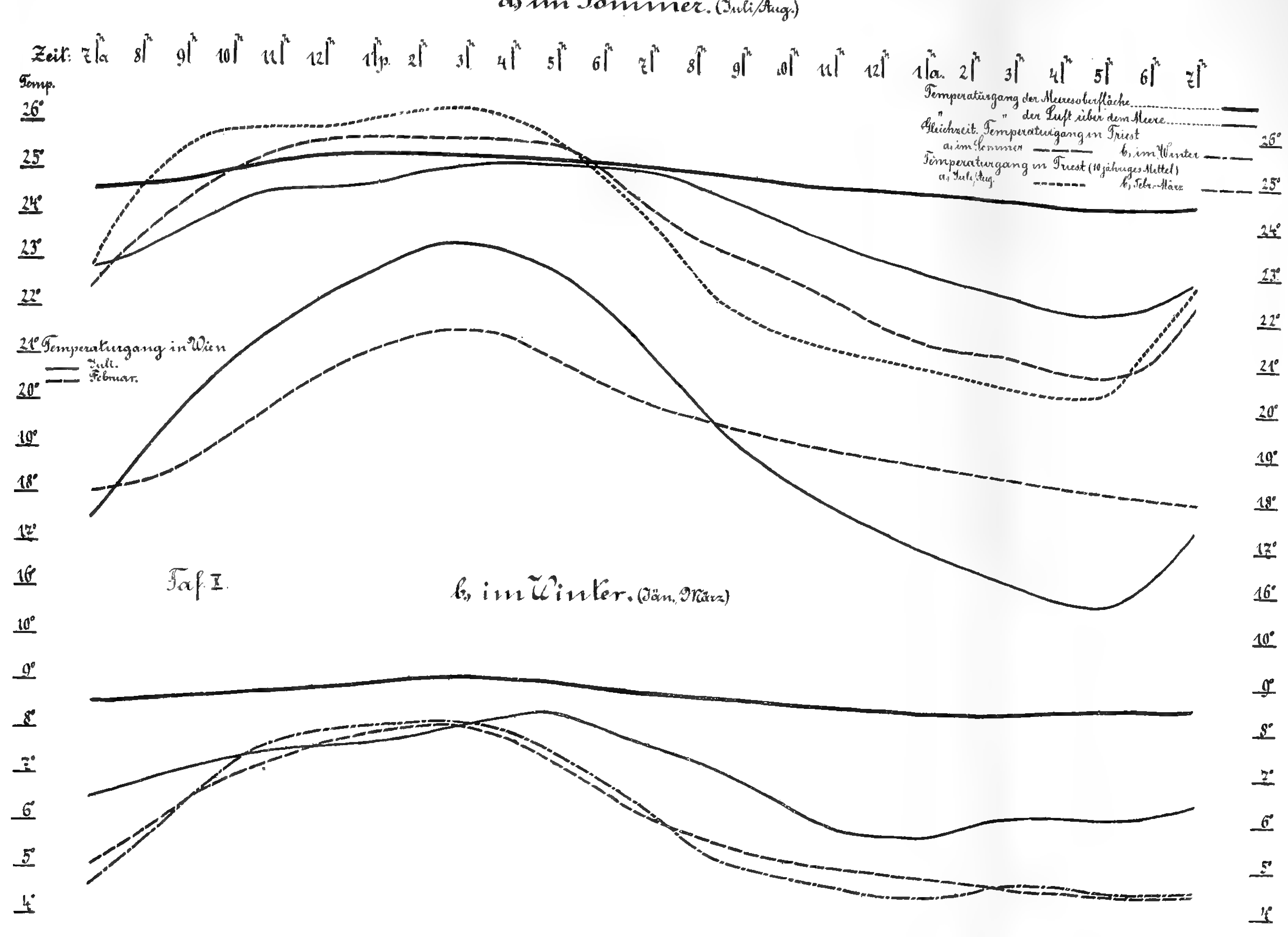
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Taf. VII. Die Beziehung zw

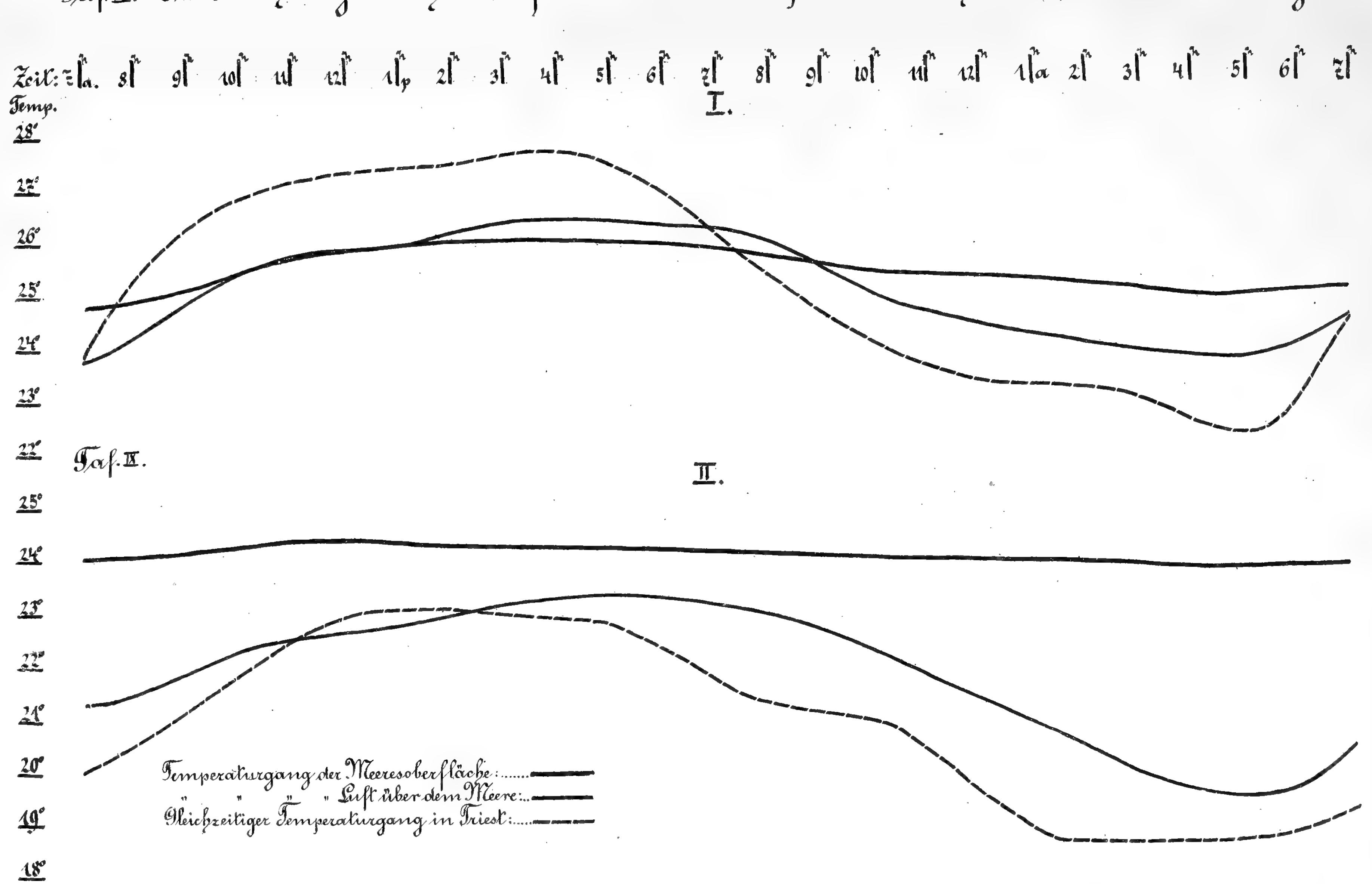




Taf. VII. Die Beziehung zwischen Luft- und Wassertemperatur



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.



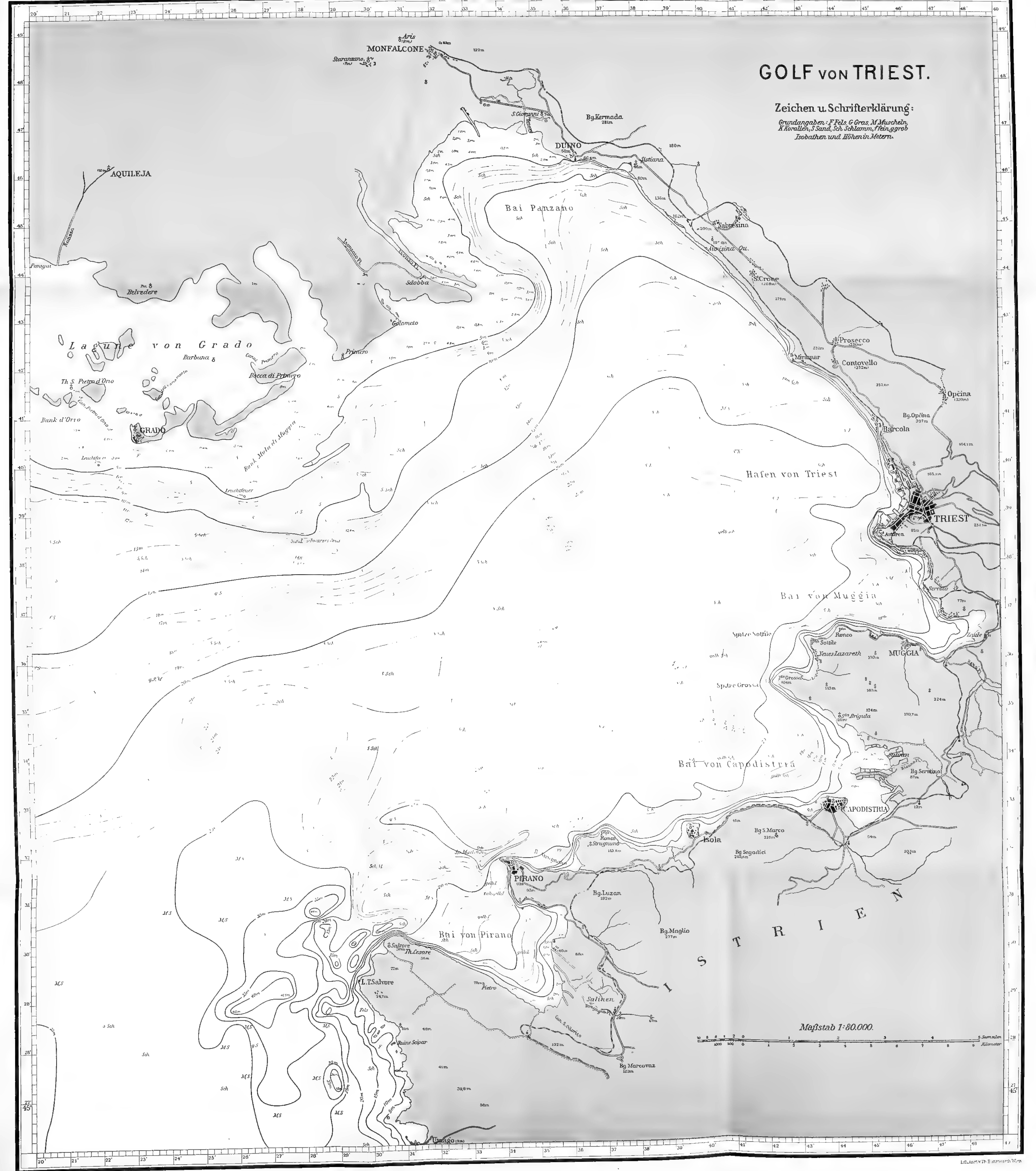
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.





Zeichenerklärung
zur Oleate der Karte
Golf von Triest.
○ St Hydrographisch-biologische Station
× H Hydrographische Station
Die Jahreszeiten der Terminfahrten sind folgendermassen unterschieden
Sommer 1904 Schwarze Zahlen
Sommer 1905 Schwarze Zahlen, schwarz unterstrichen
Herbst 1904 Schwarze Zahlen rot gestrichelt
Herbst 1905 Schwarze Zahlen rot unterstrichen
Winter 1905 Rote Zahlen
Winter 1906 Rote Zahlen rot unterstrichen
Frühling 1905 Rote Zahlen, schwarz gestrichelt
Frühling 1906 Rote Zahlen, schwarz unterstrichen
Bei den vielständigen Stationen sind die zugehörigen römischen Ziffern I–XV beigesetzt
GOLF VON TRIEST.
Laguna von Grado
GRADO

Merz, Alfred: Hydrographische Untersuchungen im Golfe von Triest



MAKROSKOPISCHE DARSTELLUNG

DES

ATRIOVENTRIKULAREN VERBINDUNGSBÜNDELS AM MENSCHLICHEN UND TIERISCHEN HERZEN

VON

M. HOLL

(GRAZ)

Mit 3 Tafeln.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 9. FEBRUAR 1911.

Die eigentliche Entdeckung einer atrioventrikularen Verbindung am Herzen durch ein besonderes Muskelbündel verdanken wir bekanntlich W. His jun. (22). Er fand auf Sagittalschnitten durch die Atrioventrikulargrenze als auch auf Schnittserien am Herzen einer ausgewachsenen Maus, eines neugeborenen Kindes, zweier neugeborenen und eines erwachsenen Menschen ein Muskelbündel, welches, wie er angibt, Vorhof- und Kammerscheidewand untereinander verbindet und das er als »Übergangsbündel« bezeichnet (His 22, p. 23).

Das His'sche Übergangsbündel oder Atrioventrikularbündel bildete den Gegenstand einer Reihe von anatomischen und physiologischen Untersuchungen, welche von Braeunig (1, 1904), Retzer (44, 1904, 1907, 1908), Humblet (23, 1904), Tawara (47, 1906), Keith und Flack (24, 25, 1906, 1907), Keith 1907, Lange (35, 1907), Fahr (9, 10, 1907, 1908), Mönckeberg (38, 39, 1908), Firket (11, 1908), Knower (30, 1908), Wilson (52, 1909), De Witt Lydia (1909), Keith und Mackenzie (28, 1910), Curran (4, 1909, 5, 1910), Cohn A. E. und Trendelenburg (3, 1910) vorgenommen wurden und die Angaben von His über das nähere Verhalten des Bündels ganz wesentlich erweiterten. Von all den Arbeiten der genannten Autoren ist es besonders die Arbeit Tawara's: »Über das Reizleitungssystem des Säugetierherzens«, welches in eingehendster Weise die Anatomie des Atrioventrikularbündels behandelt, durch eine Reihe von Abbildungen die schriftlichen Darstellungen erläutert, so daß dieselbe als eine grundlegende für unsere Kenntnisse über das anatomische Verhalten des Atrioventrikularbündels am Herzen des Menschen und einiger Säugetiere (Hund, Katze, Rind, Schaf) betrachtet werden muß. Eine Ergänzung zu Tawara's Arbeit bilden die ausgedehnten mikroskopischen Untersuchungen Mönckeberg's über das atrioventrikulare Verbindungsbündel am menschlichen Herzen.

Besonders hervorgehoben zu werden verdient, daß für Dogiel (7) in einer 1910 erschienenen Arbeit: »Die Bedingungen der automatisch-rhythmischen Herzkontraktionen« die Existenz eines atrioventrikularen Verbindungsbündels zweifelhaft ist. Er sagt p. 99: »Die Existenz des His jun.'schen Bündels, das die Vorhöfe mit den Herzkammern erwachsener Menschen, Hunde usw. verbinden soll, ist zweifelhaft und vielleicht als ein Überbleibsel unvollständiger Degeneration der Muskulaturblätter im Bindegewebe *(Chordae tendineae)* anzusehen. Sein Anfang, Verlauf und seine Endigungsweise in der Kammermuskulatur bleibt unaufgeklärt; der Bau eines solchen nervenlosen Muskelbündels, seine

Beziehungen zu den Nerven, dem Bindegewebe und zu der übrigen Herzmuskulatur ist anatomisch und physiologisch unerforscht. Die Richtung der Muskelbündel an dem Kammer- und Vorhofring bei Menschen, Hunden oder Fröschen spricht ebenfalls gegen die Existenz eines derartigen Muskelbündels.« Es wird später gezeigt werden, daß Dogiel im Unrecht ist, die Existenz des His'schen Bündels zu bezweifeln, da dasselbe in der Tat am menschlichen und tierischen Herzen makroskopisch dargestellt werden kann.

Weitaus die meisten der Untersuchungen der früher genannten Autoren betreffen das Aufdecken des Verhaltens des Atrioventrikularbündels auf Grund mikroskopischer Befunde und den meisten Abbildungen über das Bündel sind mikroskopische Herzschnitte zugrunde gelegt. Da man sich aus den Abbildungen der mikroskopischen Schnitte den Verlauf und das Verhalten des Übergangsbündels im Geiste zu rekonstruieren hatte, so war es naheliegend, daß man sich bestrebte, Herzpräparate, beziehungsweise Abbildungen herzustellen, welche den Verlauf des Bündels zur direkten (makroskopischen) Anschauung bringen sollten. Die Wege, die man einschlug, um solche Präparate, beziehungsweise Abbildungen zu erhalten, waren verschiedene: Fahr (10) ging daran, um eine möglichst plastische Übersicht über die Gesamtheit des Atrioventrikularbündels zu bekommen, die horizontal angelegten Serienschnitte des Herzens eines dreijährigen Kindes zu einem Modell zu verarbeiten. An der Außenfläche des Modells wurde der Verlauf des Verbindungsbündels aufgezeichnet. Abbildungen des Modells gibt Fahr (10) mittels drei Figuren auf Taf. VII und VIII.

Tawara (47) zeichnete in die Pausen photographischer Bilder von Herzpräparaten des Menschen, des Hundes, des Schafes und des Rindes den Verlauf des Verbindungsbündels mit seinen Schenkeln, seinen Zweigen und seinen Endausbreitungen rot ein. Die Einzeichnungen stützen sich auf die Ergebnisse einer eingehenden und sorgfältigen Betrachtung der inneren Oberfläche beider Ventrikel, an welches der subendocardiale Verlauf der Schenkel des Bündels mehr oder weniger sichtbar sein kann, und wohl aber auch auf die der ausgedehnten mikroskopischen Untersuchungen, die Tawara über den Verlauf des Übergangsbündels vorgenommen hat. Die Abbildungen veröffentlicht Tawara (47) auf den Tafeln VI bis X seines Werkes: »Das Reizleitungssystem des Säugetierherzens.« An einer anderen Stelle (48, p. 883, Fig. 2) bildet Tawara den eröffneten linken Ventrikel eines menschlichen Herzens ab, an welchem der subendocardiale Verlauf des linken Schenkels des atrioventrikularen Verbindungsbündels besonders gut sichtbar ist.

Kopsch (34) gibt in der 8. Auflage des von ihm herausgegebenen Lehrbuches der Anatomie des Menschen p. 248 mittels der Fig. 222 eine Abbildung des linken Schenkels des Atrioventrikularbündels. Die Abbildung ist, wie der Autor angibt, frei nach Tawara entworfen.

Cohn A. und Trendelenburg (3, p. 4) benützten den subendocardialen Verlauf des linken Schenkels des Verbindungsbündels zur Gewinnung von Abbildungen. Photographische Abbildungen des linken Schenkels werden gebracht vom Herzen des Kaninchens (Fig. 34, 36, 39, 42), des Hundes (Fig. 53, 57, 61), des Affen (Fig. 68, 70) und der Ziege (Fig. 73, 74, 76, 78).

Retzer (44) ist als der erste zu nennen, der es versuchte, das His'sche Atrioventrikularbündel präparatorisch zur direkten makroskopischen Darstellung zu bringen. Nachdem er das Bündel mikroskopisch an zwei Ratten (ein Monat alt), einem Kätzchen (drei Tage alt), an einem ausgewachsenen Kaninchen sowie auch an einem alten Hunde gefunden und untersucht hatte, versuchte er auf Anraten des Herrn Prof. Spalteholz ein Herz von einem ausgewachsenen Menschen makroskopisch zu präparieren. »Die äußeren Wände wurden entfernt und das Herz kurz maceriert[1], bis sich das Bindegewebe leicht abziehen ließ. Indem wir unser Augenmerk auf die Gegend der *Pars membranacea* richteten, gelang es uns bald das Bündel aufzufinden. Ein glücklicher Umstand kam uns für die weitere Präparation zu Hilfe. Es war nämlich an der Atrioventrikulargrenze das Bindegewebe so stark erreicht, daß sich der Vorhof vollständig von dem Ventrikel ablöste, und daß als einziger Zusammenhang zwischen beiden eben

[1] Als Macerationsflüssigkeit benützte Retzer (44, p. 7) die von Mac Callum angegebene: 2 Teile Wasser, 2 Teile Glyzerin und 1 Teil konzentrierter Salpetersäure.

das gesuchte Atrioventrikularbündel übrig blieb und so ein außerordentlich instruktives Präparat lieferte.« (Retzer 44, p. 12.) Retzer gibt auch an (44, p. 7), daß er, nachdem er im Verlaufe seiner Arbeit genau über die Lage des Atrioventrikularbündels im Septum unterrichtet war, dasselbe auch mehrfach mit Erfolg unmittelbar ohne vorausgegangene Maceration hat präparieren können. Als besonders geeignet erwiesen sich dazu Herzen, die schon lange im dünnen Spiritus gelegen hatten. P. 12 sagt Retzer weiters, daß am menschlichen Herzen es auch gelingt, das Bündel mit Messer und Pinzette so zu präparieren, daß man mit Leichtigkeit seine Lagebeziehungen erkennen kann. Retzer gibt auf Tafel III mittels der Fig. 4 und 5 seiner Abhandlung zwei Abbildungen, welche das makroskopisch präparierte Atrioventrikularbündel des menschlichen Herzens vom linken, beziehungsweise vom rechten Ventrikel aus gesehen, zur Anschauung bringen sollen. Mit derselben Macerationsmethode versuchte Retzer (44, p. 13) auch am Herzen des Schweines, des Pferdes, des Kalbes und des Schafes das Atrioventrikularbündel zu finden, aber der Versuch ist ihm, wie er angibt, vollständig mißlungen. »Ob bei diesen Herzen an derselben Stelle wie bei anderen Tieren eine Verbindung besteht oder nicht, darüber kann ich mir deshalb kein Urteil erlauben, da ich auch keine mikroskopischen Schnitte an ihnen angefertigt habe.« [1]

Eine makroskopische Präparation (mittels Messer und Pinzette) des Übergangsbündels haben außer Retzer auch Keith und Flack (24) und Curran (4) vorgenommen.

Keith und Flack (24) präparierten das Bündel sowohl am menschlichen als auch am tierischen Herzen und in ihrer Abhandlung bringen sie auf p. 360 und 361 mittels der Fig. 1 und 2 Abbildungen des Verlaufes des Bündels am Herzen des Kalbes und auf p. 362 und 363 mittels der Fig. 3, 4 und 5 Abbildungen des Verlaufes des Bündels am Herzen des Menschen.

Curran (4) hat das Atrioventrikularbündel (und zwar wie es scheint mit Ausnahme des linken Schenkels) am Herzen vom Schafe und Kalbe (ob auch vom Menschen wird nicht angegeben) makroskopisch präpariert. Die Fig. 4 seiner Abhandlung zeigt den freigelegten Stamm und rechten Schenkel des Atrioventrikularbündels an dem von rechts her eröffneten Herzen eines Kalbes.

Koch (31, p. 219 und 53, p. 89) veröffentlicht zwei Abbildungen je eines von rechts her eröffneten menschlichen Herzens. Auf beiden Abbildungen ist in schematischer Weise der Vorhofsteil und Knoten des Atrioventrikularbündels eingezeichnet; auf der einen Abbildung (33, p. 89) außerdem noch der Verlauf des rechten Schenkels durch eine gestrichelte Linie angedeutet.

Aus dem Vorgebrachten ergibt sich, daß in der anatomischen Literatur eine Reihe von entweder direkt oder angeblich nach der Natur entworfenen oder halb-, beziehungsweise ganzschematischen Abbildungen über den makroskopisch sichtbaren Verlauf und das Verhalten des Atrioventrikularbündels am menschlichen und tierischen Herzen sich vorfinden und daß es nur die von Retzer, Keith und Flack, Curran veröffentlichten Abbildungen sind, denen eine makroskopische Präparation des Verbindungsbündels zugrunde liegt. Nebenbei bemerkt sei, daß es eine auffallende Tatsache ist, daß die anatomischen Lehrbücher und Atlanten keine Abbildungen des atrioventrikularen Verbindungsbündels bringen, mit Ausnahme des Kopsch-Rauber'schen Lehrbuches der Anatomie, in welchem aber nur der linke Schenkel des Verbindungsbündels in einer Abbildung vorgeführt wird, welche Abbildung sich aber nicht auf eine direkte makroskopisch hergestellte Präparation stützt.

Eine Untersuchung und Prüfung über die von den verschiedenen Autoren gegebenen Abbildungen bezüglich der Darstellung des makroskopischen Verlaufes und Verhaltens des atrioventrikularen Verbindungsbündels am menschlichen und tierischen Herzen ergibt folgendes:

---

[1] Retzer (44, p. 6) hatte ursprünglich die Absicht, die Plattenmodelliermethode zum Studium des Verlaufes des Atrioventrikularbündels heranzuziehen; diese Absicht hat jedoch fallen gelassen werden müssen. Retzer sagt: »Am Septum, wo sich regelmäßig ein dickeres Atrioventrikularbündel findet, ist dieses bei geeigneter Schnittrichtung parallel dem Septum oder senkrecht zu demselben in der Richtung des Herzens auch ohne solche Hilfsmittel leicht festzustellen und zu verfolgen. An den Stellen jedoch, wo sich nicht ein durch Bindegewebe scharf umgrenztes Bündel vorfindet, sondern wo mehr verstreute unregelmäßig angeordnete Muskelfasern vorliegen, versagen auch zweifellos unsere heutigen Mittel der Rekonstruktion, denn einwandfreie Resultate kann man für so komplizierte Verhältnisse bei den Fehlerquellen, welche der mikroskopischen Technik heute noch anhaften, nicht erwarten.«

1. Makroskopische Darstellungen des Verbindungsbündels am menschlichen Herzen. Fahr's (10) Abbildungen, welche auf Grund eines nach mikroskopischen Schnittserien eines dreijährigen Kinderherzens hergestellten Modells, auf welchen der Verlauf der Schenkel aufgemalt wurde, entworfen sind, geben zunächst keine Ansicht über das ganze Verbindungsbündel, sondern zeigen nur dessen rechten und linken Schenkel während ihres Verlaufes an den Septumwänden, also auch nicht ihren Ursprung vom Stamm und den Eintritt in die Papillarmuskeln. Die Darstellung des linken Schenkels des Verbindungsbündels kann nicht als eine einwandfreie bezeichnet werden. Es ist wahrscheinlich, daß die Weise, in welcher Fahr den linken Schenkel zur bildlichen Anschauung bringt, den wahren Verhältnissen nicht vollständig entspricht. Es darf angenommen werden, daß ein Teil der dargestellten Faserzüge nicht dem linken Schenkel des Verbindungsbündels angehörig sind, sondern Muskelfasern der Septumwand entsprechen. Eine Verwechslung zwischen den gewöhnlichen Herzmuskelfasern und den Fasern des Verbindungsbündels kann leicht auftreten, da eine zu große histologische Ähnlichkeit zwischen beiden genannten Faserarten besteht, worauf schon Tawara (47, p. 62) aufmerksam macht. Die Fahr'sche Rekonstruktion des rechten Schenkels des Verbindungsbündels dürfte hingegen wohl als eine richtige bezeichnet werden können.

Die Abbildungen, welche Tawara (47) und Kopsch (34) über das Atrioventrikularbündel des menschlichen Herzens bringen, gründen sich nicht auf eine makroskopische Präparation desselben. Tawara (47) gibt auf Taf. VII mittels der Fig. 1 und 2 und auf Taf. VII mittels der Fig. 1 photographische Abbildungen der Innenwand des linken, beziehungsweise des rechten Ventrikels. In die Pausen der Photographien hat Tawara den Verlauf des Verbindungsbündels mit seinen Schenkeln, deren Zweigen und Endausbreitungen eingezeichnet. Da auf den photographischen Abbildungen von dem Verlaufe des Atrioventrikularbündels nichts zu sehen ist, so können die in die Pausen eingezeichneten Darstellungen des Verlaufes des Atrioventrikularbündels wohl nur auf Grund seiner reichen Erfahrungen, die Tawara durch seine sorgfältigen mikroskopischen Untersuchungen gewonnen hat, vorgenommen worden sein. Die Pausenzeichnungen können auch nicht auf Grund einer Sichtbarkeit des Bündels durch das Endocardium hindurch entworfen worden sein, da wenigstens die photographischen Abbildungen der Herzen, die den Pausen zugrunde liegen, von einem subendocardialen Verlaufe des Verbindungsbündels nichts zeigen.

Tawara betont an anderen Stellen seines Werkes die mehr oder weniger größere makroskopische Sichtbarkeit des subendocardialen Verlaufes des rechten, aber namentlich des linken Schenkels des Verbindungsbündels und deren Endverzweigungen. In einer Abhandlung: »Über die sogenannten abnormen Sehnenfäden des Herzens« veröffentlicht Tawara (48, p. 583, Fig. 2) eine Abbildung der Innenwandung des linken Ventrikels eines menschlichen Herzens, um den subendocardialen Verlauf des linken Schenkels des Verbindungsbündels zu zeigen und er gibt an, daß dieser Fall sich dadurch auszeichnet, daß der subendocardiale Verlauf des linken Schenkels des atrioventrikularen Verbindungsbündels besonders gut sichtbar ist. Auf p. 61 und 62 seines Werkes: »Das Reizleitungssystem« usw. (47) führt Tawara aus: »Beim Schaf, Hund und bei der Katze habe ich den linken Ventrikel in Serien geschnitten und sehr genau den ganzen Verlauf des linken Schenkels beschrieben; aber beim Menschen habe ich diese Methode nicht angewandt, weil einerseits diese Methode eine sehr schwierige und zeitraubende ist und sich trotz dieser Mühe gute Resultate kaum erwarten lassen, da eine zu große histologische Ähnlichkeit zwischen den gewöhnlichen Herzmuskelfasern und den Muskelfasern des Verbindungsbündels besteht und andererseits, weil es sich inzwischen herausgestellt hatte, daß der linke Schenkel schon makroskopisch fast bei allen, sowohl frischen als gehärteten Menschenherzen ziemlich gut wahrnehmbar ist.« Ich möchte hervorheben, daß die makroskopische Sichtbarkeit aller den linken Schenkel aufbauenden Fasern durch das Endocardium hindurch nur eine bedingte ist und daß die meisten Streifen und Streifungen, die das Endocardium der linken Wand des Septum ventriculorum zeigt, nicht mit dem subendocardialen Verlauf des linken Schenkels im Zusammenhange stehen. Eine vollständig sichere Darstellung des genauen Verhaltens des linken Schenkels auf Grund seines subendocardialen Verlaufes, das heißt auf Grund seiner Sichtbarkeit durch das Endocardium hindurch darf wohl als aus-

geschlossen angenommen werden. Es sei angeführt, was Mönckeberg (39, p. 123) in dieser Angelegenheit mitteilt: »Ich möchte auf Grund meiner mikroskopischen Erfahrungen davor warnen, aus den Strukturverhältnissen der Innenfläche des linken Ventrikels zu weitgehende Schlüsse auf den Verlauf des linken Schenkels zu ziehen, ebenso wie ich es oben bei der Besprechung des rechten Schenkels für die Innenfläche des rechten Ventrikels getan habe. Es sind nicht alle durch das Endocard durchschimmernden Streifen Purkinje'sche Fasern, und es enthalten nicht alle Brücken-, Strang und Fadenbildungen Endausbreitungen des Atrioventrikularbündels.« Ich erlaube mir gleichzeitig anzuschließen, was Mönckeberg hinsichtlich der makroskopischen Sichtbarkeit des subendocardialen Verlaufes des rechten Schenkels des Verbindungsbündels angibt: Er sagt (p. 98), daß trotz der zuweilen ganz beträchtlichen Länge des subendocardialen Abschnittes des rechten Schenkels am menschlichen Herzen es ihm in keinem Falle gelungen ist, mit Bestimmtheit den Anfangsteil des rechten Schenkels schon makroskopisch am Herzen zu sehen. Aber auch ein bedeutendes Stück des oberen Anteiles des rechten Schenkels ist makroskopisch nicht wahrzunehmen, da derselbe mehr weniger tief in der Muskulatur vergraben ist, und p. 103: »Besonders hervorheben möchte ich, daß es nach den mikroskopischen Befunden nicht angängig ist, jede intertrabekuläre Brücke, jeden kleinen Strang und Faden und jede streifige Endokardverdickung, die man makroskopisch wahrnehmen kann, für Endausbreitungen des rechten Schenkels anzusehen und aus ihnen den Verlauf des rechten Schenkels makroskopisch zu rekonstruieren. Man kann dabei in große Irrtümer verfallen, wenn auch zugegeben werden muß, daß die Endausbreitung mit Vorliebe derartige Brückenbildungen, Stränge und Fäden zu ihrem Verlauf benutzen; doch findet man mikroskopisch oft solche Gebilde ohne Endausbreitungen des rechten Schenkels oder in ihnen neben diesen auch gewöhnliche Ventrikelfasern.«

Durch alles das, was ich über Tawara's makroskopische bildliche Darstellungen der Verbindungsbündel vorgebracht habe, möchte ich den hohen Wert, der den Tawara'schen Abbildungen zukommt, nicht beeinträchtigt wissen, zumal diese Abbildungen höchst lehrreich sind, die tatsächlichen Verhältnisse des Verbindungsbündels in der Hauptsache zeigen und sie die einzigen in der anatomischen Literatur vorhandenen sind, welche über das makroskopische Verhalten des atrioventrikularen Verbindungsbündels Kenntnis verschaffen.

Die Abbildung, welche Kopsch (34) über den Verlauf des linken Schenkels des Verbindungsbündels mitteilt, ist frei nach Tawara entworfen; sie unterscheidet sich von der entsprechenden Tawara's auch dadurch, daß Kopsch den Verlauf des linken Schenkels mit roter Farbe direkte in die anscheinend photographische Abbildung eingezeichnet hat. Daß alle rot gehaltenen Faserzüge dem Verbindungsbündel angehören, ist nicht sicher. Die Abbildung kann nur den Wert einer schematischen makroskopischen Darstellung des linken Schenkels des Bündels beanspruchen. Wenn nun auch Kopsch nur den linken Schenkel der Verbindungsbündel und diesen nur in schematischer und nicht vollkommen einwandfreier Weise in seinem makroskopischen Verhalten zur Anschauung bringt, so hat Kopsch doch das Verdienst, die Abbildung in einem Lehrbuche der Anatomie vorgebracht zu haben. Das genannte Lehrbuch ist auch das einzige, welches eine kurze Beschreibung des atrioventrikularen Verbindungsbündels im Texte (34, p. 252) enthält. Kopsch hat durch seine textliche und bildliche Mitteilung das Verdienst, dem wichtigen His'schen Verbindungsbündel in ein Lehrbuch der Anatomie Eingang verschafft zu haben.

Die von Retzer (44) auf Taf. III mittels der Fig. 4 und 5 mitgeteilten Abbildungen, welche das »Atrioventrikularbündel des Septums« von links, beziehungsweise von rechts gesehen auf Grund einer makroskopischen Präparation zur Darstellung bringen sollen, vermögen es nicht, über den Verlauf und das Verhalten des Verbindungsbündels in seinem natürlichen Verhalten Kenntnis zu verschaffen. Von einer vollständigen Darstellung des ganzen Bündels kann überhaupt keine Rede sein; es erscheint aber auch fraglich, ob die dargestellten Teilstücke des Bündels als Bestandteile des Bündels ganz sicher gelten können. Dies betrifft namentlich die Darstellung eines Bündelabschnittes in der Ansicht von rechts her (Abbildung 5 auf Taf. III bei Retzer); die Abbildung 6 auf Taf. III könnte möglicherweise (es ist jedoch unwahrscheinlich) den oberen Anteil (aber nur diesen) des linken Schenkels, nachdem er unterhalb der

Pars membranacea auf die Septumfläche getreten ist, zum Gegenstand haben und zeigen. Auch die Schilderung des Verlaufes des atrioventrikularen Verbindungsbündels, welche Retzer gibt, und die als Erläuterung seiner gebrachten Abbildungen anzusehen ist, ist keine solche, welche dem tatsächlichen Verhalten des Bündels entspricht. Retzer gibt über den Verlauf des Bündels an (44, p. 13): »Das Bündel verläuft also, um es kurz zusammenzufassen, in der Scheidewand vom linken Ventrikel aus etwa 10 *mm* unterhalb der Valvula semilunaris posterior aortae nach hinten, zieht in einen schlanken Bogen unmittelbar über den oberen Rand des Septum musculare hinweg und verteilt sich mit seinen Fasern in die rechte Vorhofs- und Vorhof-Klappenmuskulatur.« Retzer war noch nicht in Kenntnis, daß das Bündel regelmäßig aus einem Stamm und aus zwei aus diesen hervorgehenden Schenkeln (einem rechten und einem linken) besteht, obwohl er (44, p. 13) an einem Herzen »eine Gabelung des Ventrikelschenkels — der eine kam von der rechten, der andere von der linken Seite des Ventrikelseptums her« — fand und seine sorgfältigen mikroskopischen Untersuchungen am tierischen Herzen ihm ergaben (44, p. 8): »Manchmal reicht das Bündel auf das Septum, gabelt sich in einen rechten und linken Zug.« Retzer war auch noch der irrtümlichen Meinung (p. 9), daß das vordere Ende (des Stammes) des Bündels in die Ventrikularmuskulatur übergehe.

Was Retzer (44, p. 12 und 13) über das Bündel bei der Präparation von links und rechts her mitteilt, betrifft wohl den Stamm des Bündels; die Darstellungen entsprechen aber nicht ganz den von ihm gebrachten Abbildungen über das Bündel, sicherlich nicht, was die Abbildung auf Taf. III anbelangt, da dieselbe nur einen (den oberen) Teil des linken Schenkels zur Anschauung bringt.

Keith und Flack (24) haben in 7 von 9 »malformed hearts« das Verbindungsbündel mittels Messer und Pinzette präpariert. Die Fig. 3 (p. 362 ihrer Abhandlung) betitelt: »Dissection of a normal humar heart to show the course and relationships of the auriculo-ventricular bundle« zeigt den ganzen Stamm und den rechten Schenkel des Verbindungsbündels bis zu des letzteren Eintritt in den Muskelbalken, der sich an den vorderen Papillarmuskel ansetzt, freigelegt. Die Abbildung 4 (p. 362): »Left ventricle of the normal human heart laid open to show the distribution of the left division of the auriculo-ventricular bundle« zeigt den linken Schenkel vom Beginne seines Auftretens auf der linken Septumswand bis zu seinen Endramifikationen in die Papillarmuskeln und Balken der Ventrikelwand hin. Die Abbildung 5 (p. 363) gibt ein: »Semi-diagrammatic representation of the central fibrous body of the heart to show its intimate connexion with the mitral valve.« Der Stamm des Bündels von der Stelle an, wo er den »central fibrous body« verlassen hat, bis zu seiner Teilung in den rechten und linken Schenkel ist sichtbar.

Die drei genannten Abbildungen sind die einzigen in der anatomischen Literatur vorhandenen, welche das gesamte atrioventrikulare Verbindungsbündel in seinem ganzen Verlaufe auf Grund einer makroskopischen Präparation des Herzens zur Anschauung bringen. So lehrreich im allgemeinen diese Abbildungen sind, so sind dieselben doch nicht fehlerfrei, bringen zum Teile unrichtige Darstellungen. Namentlich die Abbildung 4 ist nicht einwandfrei. Ein Teil der Fasern des linken Schenkels scheint unterhalb der Stelle, wo die rechte und die linke Valvula semilunaris zusammenstoßen, zum Vorschein zu kommen, was nicht richtig ist. Die Ramifikationsweise, beziehungsweise die Endausbreitung des linken Schenkels muß größtenteils als eine schematische bezeichnet werden. Auffällig ist, daß von der Spitze des hinteren Papillarmuskels ein Faden zur Septumwand aufsteigt (ähnlich wie bei Tawara, Taf. VI, Fig. 1, 2 bezeichnet mit ††) und direkte als ein Zweig des linken Schenkels bezeichnet wird, während nach Tawara der Faden als ein sehnenfadenartiger Strang bezeichnet wird, der einen kleinen Zweig des linken Schenkels von dem Papillarmuskel rückwärts zum oberen hinteren Abschnitt der Kammerscheidewand führte. Die Abbildung 3 zeigt den Abgang des rechten Schenkels vom Stamme des Verbindungsbündels in einer nicht ganz einwandfreien Weise. Es wirkt auch befremdend, wenn Keith und Flack (24, p. 363) angeben, daß sie in der Hälfte der Fälle der untersuchten menschlichen Herzen nicht imstande waren, den rechten Schenkel als eine wohldifferenzierte Fortsetzung des Hauptstammes des Bündels zu verfolgen: »In Fig. 3 the right septal division of the a. v. bundle in represented an a clearly differentiated structure

but in nearly the number of human hearts examined we were unable to follow the right septal band as a clearly differentiated continuation of the main bundle.« Wenn man diese letztere Angabe der Autoren betreffs der Fig. 3 berücksichtigt und die teilweisen Mängel und den teilweise angewendeten Schematismus der Fig. 4 in Betracht zieht, so kann man nicht zu dem Schlusse kommen, daß die Keith-Flack'schen Abbildungen über das atrioventrikulare Verbindungsbündel als vollkommen naturgetreue Abbildungen anzusehen sind, welche einzig und allein auf Grund von in makroskopischer Weise (mittels Messer und Pinzette) hergestellter Präparate entworfen worden sind.

2. Makroskopische Darstellung des Verbindungsbündels am tierischen Herzen. Über die bildlichen Darstellungen des Atrioventrikularbündels am Herzen des Hundes, des Schafes und des Rindes, welche Tawara (47) auf den Taf. VII, Fig. 2, VIII, Fig. 1 und 2, IX, Fig. 1 und 2, X, Fig. 1 und 2 bringt, ist dasselbe zu bemerken, was bezüglich der Abbildungen Tawara's über das menschliche Herz berichtet wurde.

Die Abbildungen, welche Cohn und Trendelenburg über den Verlauf des linken Schenkels des Verbindungsbündels am Herzen des Kaninchens, des Hundes, des Affen und der Ziege bringen, sind Photographien der Innenwand des eröffneten linken Ventrikels, ohne daß eine Präparation des Bündels vorgenommen wurde. Man kann an diesen Bildern den Verlauf des linken Schenkels nicht wahrnehmen, in schwacher Andeutung erscheint derselbe auf den Fig. 73 und 76, welche das Herz von Ziegen betreffen.

Die Abbildungen, welche Keith und Flack mittels zweier Figuren über das atrioventrikulare Verbindungsbündel des Herzens am Kalbe bringen, sind nach der Angabe der Autoren auf Grund in makroskopischer Weise (mittels Messer und Pinzette) hergestellter Präparate entworfen.[1] Die Abbildungen sollten demnach naturgetreu sein, was aber nicht der Fall ist. Auf der Abbildung Fig. 1 (Keith und Flack 24, p. 360) dürfte der Stamm des Verbindungsbündels wohl zu kurz geraten sein. Der rechte Schenkel des Bündels ist namentlich bei seinem Anfange breiter als der Hauptstamm des Bündels. Gänzlich unwahr ist aber die Darstellung der Beziehung des rechten Schenkels zum »Moderator band«, das ist zum Tawara'schen Hilfsbalken des vorderen Papillarmuskels. Auf der Zeichnung erscheint das ganze »Moderator band« als Fortsetzung des Verlaufes des rechten Schenkels. Auch die Abbildung 2 auf p. 361, welche den linken Schenkel des Verbindungsbündels behandelt, kann nicht als eine vollständig naturgetreue angesehen werden. Unrichtig ist der mit 5 bezeichnete vordere Ast des linken Schenkels seiner Lage und Richtung nach. Da nach der mit 4 bezeichnete Zweig des linken Schenkels zum vorderen und hinteren Papillarmuskel zieht, so frägt sich, welche Bedeutung dem mit 5 bezeichneten Aste zukommen solle.

Curran hat an dem Herzen eines Kalbes den Knoten, Stamm und rechten Schenkel des Verbindungsbündels makroskopisch präpariert und das Präparat photographisch abgebildet. Die Abbildung ist sohin eine naturgetreue.

Ergebnis. Die Prüfung der vorhandenen Abbildungen, welche das atrioventrikulare Verbindungsbündel des menschlichen oder tierischen Herzens zum Gegenstande haben und dasselbe auf Grund makroskopischer Untersuchungen, beziehungsweise Präparationen zur Anschauung bringen sollen, hat bezüglich des menschlichen Herzens ergeben, daß nur die Abbildungen, welche Retzer einerseits, Keith und Flack anderseits veröffentlichen, auf Grund makroskopisch hergestellter Präparate entworfen sind.

Die Abbildungen, welche Retzer bringt, betreffen jedoch zunächst nicht das ganze Verbindungsbündel, sondern nur Teilstücke desselben; es erscheint aber auch, wie früher bemerkt wurde, fraglich, ob die dargestellten Teilstücke des Verbindungsbündels ganz sicher als Bestandteile des Bündels gelten können. Die Keith-Flack'schen Abbildungen sind die einzigen, welche den Verlauf und das Verhalten des ganzen atrioventrikularen Verbindungsbündels zur Darstellung bringen. Aber diese Abbildungen können

---

[1] »The Drawing in made from a heart prepared by the Kayserling method, by far the best we know for a naked-ege examination of this system (Keith und Flack 24, p. 360).

nicht, wie oben gezeigt wurde, als solche hingenommen werden, welche »durchwegs« die tatsächlichen Verhältnisse des atrioventrikularen Verbindungsbündels mit vollständiger Naturtreue wiedergeben. Die vorgenommene Prüfung der Abbildungen ergibt sohin, daß in der anatomischen Literatur keine durchaus einwandfreien Abbildungen vorhanden sind, welche das ganz atrioventrikulare Verbindungsbündel oder Teile desselben am menschlichen Herzen auf Grund von in makroskopischer Weise hergestellten Präparaten zur Anschauung bringen.

Anlangend die bildliche Darstellung des atrioventrikularen Verbindungsbündels am tierischen Herzen, so findet sich in der Literatur nur eine einzige Abbildung vor, welche auf Grund einer makroskopischen Präparation des Bündels hergestellt wurde und als eine naturgetreue bezeichnet werden muß. Es ist dies die Abbildung, welche Curran über das Verbindungsbündel des Kalbsherzes bringt; aber diese Abbildung zeigt nicht das ganze Verbindungsbündel, sondern nur den Stamm und den rechten Schenkel. Die Keith-Flack'schen Abbildungen über das Verbindungsbündel am Herzen des Kalbes bringen wohl eine Darstellung des Gesamtbündels, auf Grund einer makroskopischen Präparation, sie können aber nicht als vollständig einwandfreie bezeichnet werden.

In Anbetracht des Umstandes, daß, wie aus dem Gemeldeten hervorgeht, über das atrioventrikulare Verbündungsbündel am menschlichen Herzen in der anatomischen Literatur keine einzige Abbildung vorhanden ist, welche auf Grund einer makroskopischen Präparation den Verlauf und das Verhalten des Verbindungsbündels mit Naturtreue wiedergibt, erscheint es wohl angezeigt, daß einmal daran gegangen werde, den Stamm und die beiden Schenkel des atrioventrikularen Verbindungsbündels am menschlichen Herzen in ihrem Verlaufe so weit es angeht, makroskopisch zu präparieren und auf Grund von in dieser Weise ausgeführten Präparaten entsprechende Abbildungen herzustellen. Auch für die Darstellung des Verbindungsbündels am tierischen Herzen stellt sich die Notwendigkeit heraus, makroskopische Präparate herzustellen und entsprechende Abbildungen dieser anzufertigen, da in der Literatur nur eine naturgetreue Abbildung, und zwar über das Verbindungsbündel am Herzen des Kalbes vorhanden ist, welche jedoch den linken Schenkel des Bündels unberücksichtigt läßt. Eine makroskopische Darstellung des Verbindungsbündels erscheint um so notwendiger, als für Dogiel (7) die Existenz des Bündels zweifelhaft ist.

Ich habe an mit Formol behandelten[1] menschlichen und tierischen Herzen (Kalb, Rind, Schwein, Hund, Pferd) die makroskopische Präparation des Verbindungsbündels vorgenommen[2] und teile im folgenden die Ergebnisse derselben mit, welche ich dadurch auf dem kürzesten Wege zur Kenntnis zu bringen glaube, wenn ich an Abbildungen das Verhalten und den Verlauf des atrioventrikularen Verbindungsbündels am menschlichen und tierischen Herzen erläutere.

Bevor in die Darstellung eingezogen wird, erscheint es angezeigt, auf einige Verhältnisse am menschlichen und tierischen Herzen aufmerksam zu machen.

a) Sowohl am menschlichen als auch am tierischen Herzen findet man die Ventrikelhöhlen durchsetzende, dickere oder dünnere, kürzere oder längere, bald rein muskulöse, bald sehnig muskulöse, bald anscheinend rein sehnige Balken, welche von der Septumwand entspringen und meist als freie Stränge weiterziehen, um an der Basis des einen oder des anderen Papillarmuskels zu endigen, beziehungsweise mit diesen in Verbindung zu treten. Die Balken im tierischen Herzen sind den Veterinäranatomen mehr oder weniger bekannt und werden von diesen in verschiedener Weise (genau oder ungenau) zur Darstellung gebracht. Sie führen den Namen Musculi transversi cordis.

---

[1] Auch Härtung des Herzens in Alhohol erweist sich für ihre Präparation vorteilhaft.

[2] Eine Reihe von Präparaten, welche das atrioventrikulare Verbindungsbündel an menschlichen und tierischen Herzen zur Anschauung bringen, hatte ich bei der Anatomenversammlung in Leipzig 1911 und bei dem in Wien 1910 abgehaltenen internationalen Physiologenkongreß ausgestellt. Der Physiologe Dr. L. Haberlandt hatte die Freundlichkeit, die Präparate zu demonstrieren.

Auf die besondere Bedeutung gewisser freier Muskelbalken der menschlichen und tierischen Herzen hat Tawara zuerst aufmerksam gemacht, indem er zeigte, daß sie Brücken bilden, mittels welcher die Schenkel des Verbindungsbündels von der Septumwand zu den Papillarmuskeln gelangen.

Im rechten Ventrikel des menschlichen und tierischen Herzens fällt besonders ein verschieden langer und dicker Balken auf, welcher von der Septumwand unterhalb der Crista supraventricularis abgeht und zur Basis des vorderen Papillarmuskels hintritt. Tawara nennt den Balken den »trabekularen Hilfsschenkel des Papillarmuskels«. Derselbe ist im tierischen Herzen stets von der Septumwand isoliert, während es beim menschlichen Herzen öfters vorkommt, daß er nicht die Ventrikelhöhle frei durchsetzt, sondern der Septumwand und der Parietalwand angeschlossen verläuft; er ist aber stets, sei es in dem einen oder dem andern Zustande, vorhanden. Im linken Ventrikel sind unter andern besonders zwei Balken zu erwähnen, welche von der Septumwand entspringen und wovon der eine zur Basis des vorderen, der andere zur Basis des hinteren Papillarmuskels sich begibt. Oft ist der eine oder andere Schenkel in einzelne Balken zerlegt oder er teilt sich während seines Verlaufes. Es kommt auch vor, daß beide Balken aus einen gemeinsamen Stamme sich entwickeln.

Es ist besonders hervorhebenswert, daß Leonardo da Vinci bei seinen Untersuchungen des Herzens, die die Kammerlichtungen durchsetzenden Muskelbalken nicht entgangen sind, da er dieselben auf fast allen Herzdarstellungen, welche das Innere der Ventrikel zeigen, entweder in natürlicher oder in schematischer Weise (im letzteren Falle oft den wahren Verhältnissen nicht vollständig entsprechend) zur bildlichen Darstellung bringt. Es ist daher Leonardo da Vinci als der erste Darsteller, sohin als Entdecker, der die Ventrikelhöhle durchsetzenden Muskelbalken zu bezeichnen. Als ein Beispiel der Leonardo'schen Darstellung der freien Balken führe ich an die Herzabbildungen auf Blatt 2*r* und 2*v* in dem von Rouveyre herausgegebenen Bande der Leonardo'schen anatomischen Hinterlassenschaft: »Fragments, Etudes anatomiques (Recueil *E*) Paris 1901. Hierselbst wird der Muskelbalken des rechten Ventrikels eingehend behandelt, namentlich auf der in der linken oberen Ecke befindlichen Abbildung auf Blatt 2*v*; diese Abbildung zeigt den Muskelbalken, wie er vom Septum ventriculorum abgeht, zum Grunde des vorderen Papillarmuskels zieht und in diesen und in die Trabeculare carneae übergeht.

Die genannten Abbildungen lehren auch, daß Leonardo da Vinci seine Kenntnisse vom Vorhandensein eines freien Muskelbalkens im rechten Ventrikel wahrscheinlich auf Grund der Untersuchungen von Rinderherzen erlangte; es ist aber nicht ausgeschlossen, daß die Figur auf Blatt 2*r* den Befund an einen menschlichen Herzen betrifft. Es wäre interessant, zu erfahren, welche Bedeutung Leonardo da Vinci den Muskelbalken der Herzventrikel beimaß. Daß er die freien Muskelbalken nicht nur einer bildlichen, sondern auch einer schriftlichen Erörterung unterzog, geht anscheinend aus dem Texte auf Blatt 2*v* hervor; auf einer Abbildung hierselbst ist der Muskelbalken mit Buchstaben bezeichnet und es wird in dem neben der Abbildung befindlichen Texte allem Anscheine nach der erwähnte Muskelbalken besprochen; was der Text aber aussagt, konnte ich nicht ermitteln. Da Leonardo da Vinci die die Ventrikelhöhle durchsetzenden Muskelbalken zuerst abbildete (und auch beschrieb?) und da er speziell den im rechten Ventrikel vorkommenden, vom Septum zum vorderen Papillarmuskel ziehenden Balken naturgetreu abbildete, so wäre es wohl angezeigt, wenigstens diesen Balken seinem Entdecker zu Ehren als den Leonardo da Vicini'schen Muskelbalken zu bezeichnen.[1]

---

[1] An dieser Stelle sei aufmerksam gemacht, daß Roth in seiner Abhandlung: »Die Anatomie des Leonardo da Vinci« (Arch. f. Anat. u. Phys., Anat. Abt., 1905), in welcher er die gesammte Anatomie Leonardo's einer besonders abfälligen Kritik unterwirft, bei Besprechung einer von Leonardo da Vinci hergestellten Herzfigur (Fig. 1 auf Bl. 16*r*, Notes et Dessins sur la coeur, Rouveyre, Paris), p. 13, angibt: »Quer durch die Kammerhöhle geht ein 1 *mm* breites Bändchen (?)« p., 14: »Was Leonardo unter dem Querbändchen (?) des rechten Ventrikels (Fig. 1) versteht, lassen wir dahingestellt.«. P. 14 sagt Roth, daß die Figur vollends schematisiert und unwahr ist. Aus den Mitteilungen Roth's dürfte wohl mit Sicherheit hervorgehen, daß er nicht erkannt hat, daß das »Querbändchen«

b) Ein weiterer Punkt, auf den ich aufmerksam machen will, betrifft die sogenannte Pars membranacea septi ventriculorum des rechten Ventrikels. Auf ihre Form- und Größenverschiedenheiten am menschlichen Herzen soll hier nicht eingegangen werden. Auch am tierischen Herzen ist eine sogenannte Pars membranacea in wechselnder Ausbildung vorhanden. Hierselbst erscheint sie als ein dreieckiger Sehnenfleck, der unterhalb der Stelle liegt, wo der vordere und der mediale Zipfel der Valvula tricuspidalis mittels eines eingeschalteten Klappensaumes verbunden werden. Die Basis des Dreieckes liegt an der Atrioventrikulargrenze, die Spitze ist nach abwärts gerichtet. Eine Untersuchung dieses dreieckigen Sehnenfleckes (sc. Pars membranacea septi ventriculorum aut.) ergibt, daß es sich um eine modifizierte Fortsetzung der Aortawandung auf das Septum ventriculorum handelt, welche mittels dieses Fortsatzes, der Processus tendineus aortae genannt werden könnte, auf der Septumwand verankert ist.[1] Ich mußte an dieser Stelle die sogenannte Pars membranacea septi ventriculorum, beziehungsweise des Processus tendineus aortae deshalb erwähnen, weil regelmäßig am hinteren Rande dieser besonderen Stelle des Septum ventriculorum der oberste Abschnitt des rechten Schenkels des atrioventrikularen Verbindungsbündels absteigt.

c) Ein dritter Punkt betrifft das Wurzelstück der Aorta. Auf frontalen Durchschnitten kann man sehen, wie der untere Rand der Aorta, der oberhalb des Septum ventriculorum lagert und der wie bekannt bei manchen tierischen Herzen (Schaf, Kalb) knorpelig, knöchern sein kann, in zwei Membranen übergeht, welche nach abwärts treten und an die rechte und linke Septumwand sich fortsetzen. Mit der rechten Aortenmembran tritt der Stamm des Atrioventrikularbündels in topographische Beziehung. Wie die Abbildung des frontalen Durchschnitts durch ein Kalbsherz (Fig. 6, Taf. II) zeigt, liegt der Stamm des Verbindungsbündels unterhalb des eigentlichen (hier knorpeligen) Randes der Aorta, in der von der Aorta abgehenden Membran (Fortsetzung der Aortawand), beziehungsweise zwischen dieser und dem oberen Septumrande, daher nicht unmittelbar am oberen Rande des Septum ventriculorum, sondern nach rechts hin von diesem. Die membranöse Fortsetzung der Aortenwand über ihren eigentlichen Anfang hinaus (nach abwärts) ist jedenfalls das Gebilde, das Tawara und mit ihm andere Autoren als Septum fibrosum bezeichnen.

d) Ein vierter Punkt betrifft die Muskulatur der Septumwand. Unterhalb der Aorta vorfindliche, oberflächlich gelagerte Muskelzüge der linken Wand des Septum ventriculorum haben nicht immer die gleiche Bedeutung. Es handelt sich um Muskelzüge, die an dem einen Herzen vorhanden sein, in einem anderen teilweise oder vollständig fehlen können. Über diese Muskeln, welche jedoch an manchem tierischen Herzen (Pferd) konstant, an anderen inkonstant (Schaf, Rind usw.) vorkommen, haben Keith und Flack (24), soviel mir scheint, zuerst berichtet; die Muskeln werden von diesen Autoren als M. subaorticus bezeichnet. Den M. subaortici kommt insofern eine Beziehung zum atrioventrikularen Verbindungsbündel, besonders des linken Schenkels zu, als sie einen größeren oder kleineren oberen Abschnitt des linken Schenkels des Verbindungsbündels decken, daher dann derselbe subendocardial niemals sichtbar sein kann (Pferd, gelegentlich Kalb, Schaf usw.). (Über diese Muskeln wird, wie schon früher angegeben wurde, A. Jarisch eingehend berichten.)

---

als eine von Leonardo da Vinci vorgenommene schematische Darstellung des im rechten Ventrikel vorkommenden, die Ventrikelhöhle durchsetzenden Muskelbalkens aufzufassen ist; da nun aber Roth; wie es scheint, mit dem »Querbändchen« nichts anzufangen weiß, nennt er kurz und bündig die Leonardo'sche Abbildung unwahr. In Anbetracht der von Roth vorgenommenen unrichtigen Beurteilung der besprochenen Verhältnisse an der Fig. 1 Leonardos da Vinci und in weiteren Anbetracht, daß Roth die so auffällige Leonardo'sche Darstellung der die Ventrikelhöhlen durchsetzenden Muskelbalken mit keinem Worte erwähnt, wird man zur Annahme geleitet, daß Roth das Vorkommen von die Ventrikelhöhle durchsetzenden Muskelbalken am menschlichen und tierischen Herzen unbekannt ist.

[1] Ich habe meinen Schüler stud. med. A. Jarisch veranlaßt, die sogenannte Pars membranacea septi ventriculorum, beziehungsweise den Processus tendineus aortae einer besonderen Untersuchung zu unterziehen und es wird derselbe über das Ergebnis in einer Abhandlung berichten. In dieser Abhandlung werden auch gewisse Muskelanteile des Septum ventriculorum, welche zur Aorta in besonderer Beziehung stehen, eingehend erörtert werden.

Ich gehe nun über zur Darstellung des Verhaltens des atrioventrikularen Verbindungsbündels, wie sich dieselbe bei einer makroskopischen Präparation ergibt und beginne mit der Schilderung des Verbindungsbündels am tierischen Herzen, aus dem Grunde, da am Herzen des Schafes und des Kalbes der Verlauf und das ganze Verhalten des Verbindungsbündels wegen seiner relativ bedeutenden Größe und Stärke sich einfach, klar und deutlich gestaltet.

A. Makroskopische Darstellung des atrioventrikularen Verbindungsbündels am tierischen Herzen.

1. Schaf. Die Abbildung, Fig. 1 auf Taf. I, zeigt den Stamm des atrioventrikularen Verbindungsbündels bis zu seiner Teilungsstelle in den rechten und linken Schenkel; vom linken Schenkel ist nur sein Anfang zu sehen, da er sich unterhalb des unteren Randes der Aorta nach links bezieht; der rechte Schenkel ist von seinem Anfange bis zu seinem Eintritte in den Muskelbalken (»Moderator band« der Engländer), der vom Septum zum vorderen Papillarmuskel geht, dargestellt. Es dürfte sich vielleicht empfehlen, zunächst auf einige Stellen der Figur behufs allgemeiner Orientierung hinzuweisen. Vom rechten Vorhof ist nur das Gebiet um die Einmündung des Sinus coronarius $s_1\, c_1$ erhalten; die Stelle *sc* der vorhandenen Vorhofswand erscheint als eine direkte Fortsetzung der Wand des Sinus coronarius. Vor den eben erwähnten Gebilden und hinter der Arteria pulmonalis *ap*, beziehungsweise dem Conus arteriosus *ca* liegt oberhalb des Septum ventriculorum ein Stück des unteren Endes der Aorta *a*, deren unterer knöchern-knorpelige Rand *ak* als freier Rand erscheint, da die von ihm ausgehende Membran, welche zum Endocardium übertritt, weggeschnitten wurde. Die Membran bildete im vordersten Abschnitte einen Teil jener Stelle, welche der sogenannte Pars membranacea septi ventriculorum des Menschenherzens entspricht und deckte teilweise eine Lücke, welche vom unteren Rande der Aorta *ak* und den oberen Rand des Septum ventriculorum (welcher hierselbst leicht konkav nach oben ist) hergestellt wird; diese Lücke dient zum Durchtritt des linken Schenkels *l* des atrioventrikularen Verbindungsbündels.[1] Die Lücke kommt dadurch zustande, daß der untere Rand der Aorta in dem Bereiche oberhalb der konkaven Stelle des Septum ventriculorum, diese Stelle einerseits überbrückt, andererseits am vorderen und hinteren Ende des konkaven Ausschnittes des Septum ventriculorum mit letzteren sich verbindet. Der linke Schenkel *l* des Verbindungsbündels liegt sohin in einem konkaven Ausschnitt des oberen Randes des Septum ventriculorum und hat vor und hinter sich die Enden des konkaven Randes des Septums, also Ventrikelmuskulatur liegen, aber nicht unmittelbar, da der konkave Rand vom Bindegewebe eingesäumt wird. Im geöffneten Ventrikel sind der vordere, hintere und der mediale Papillarmuskel *pa, pp, pm,* leicht erkenntlich; ein accessorischer Papillarmuskel, liegt unterhalb der Crista supraventricularis. Vom Septum ventriculorum zieht gegen die Basis des vorderen Papillarmuskels *pa,* durch die Ventrikelhöhle hindurch ein Muskelbalken L. d. V., der, wie schon Tawara angibt, beim Schafsherzen konstant vorhanden ist. Der Muskelbalken kann länger oder kürzer, dicker oder dünner sein; im letzteren Falle erscheint er als ein dicker, sehnenfadenartiger Strang. Da Leonardo da Vinci den Muskelbalken am Rinderherz wie früher (p. 9 [277] erwähnt wurde, zuerst abgebildet (und beschrieben?) hat, nenne ich denselben den Leonardo da Vinci'schen Muskelbalken.

Außer dem oben besprochenen Muskelbalken finden sich noch zwei dünnere Muskel-, beziehungsweise Sehnenbalken b, b_1 vor, welche den vorderen Papillarmuskel mit dem hinteren *pp,* beziehungsweise die parietale Wand des Ventrikels mit dem hinteren Anteile des Septum in Verbindung bringen.

Anlangend das atrioventrikulare Verbindungsbündel, so beginnt *a n* dasselbe an der äußeren Wand-derjenigen Stelle *sc* des rechten Vorhofs, welche als Verlängerung der Wand des Sinus coronarius $s_1\, c_1$ aufgefaßt werden kann. Der Anfang *a n* erscheint als eine dünne, sehr leicht zerreißliche Platte von weiß-

[1] Am Präparate wurde, um den Durchtritt der linken Schenkel durch die Lücke deutlicher zu machen, durch den vorderen Teil der Lücke ein Fischbeinstab *f* durchgezogen und nach vorne gedrängt.

grauer oder graubräunlicher Farbe, die aus einem dichten Fasergewebe besteht, welches mit dem Muskellager des Vorhofes, beziehungsweise dem des Sinus coronarius im Zusammenhange ist. Alsbald übergeht der plattenförmige Anfang des Bündels in ein mehr konsistenteres, aber doch noch leicht zerreißliches längsovales oder rundliches Gebilde *k*, welches den Tawara'schen Knoten (Reticulum von Keith-Flack) des Verbindungsbündels darstellt. Der Knoten erscheint als ein knäuelförmiges Netzwerk, dessen Fasern als relativ grobe bezeichnet werden müssen. Der durch die Präparation dargestellte Knoten besitzt an seiner dem Septum abgewandten Seite eine rauhe Oberfläche, welche zweifellos dadurch zustande kam, daß massenhaft Fasern, welche vom Knoten in die Muskulatur der Vorhofswand einstrahlen oder umgekehrt von dieser in den Knoten treten, bei der Präparation abgeschnitten wurden. Die Platte *an* und der Knoten *k* liegen unmittelbar auf der äußeren Wand des sogenannten *Septum fibrosum* Tawara's, welches aber nichts anderes als der unterste Abschnitt der Aorta *a* ist, auf. An der Stelle, an welcher der untere Aortarand in Knorpel- oder Knochengewebe *ak* und weiterhin in eine fibröse Membran übergeht, welch letztere in das subendocardiale Gewebe übertritt, endet der Knoten. Bei genauer Betrachtung aber kann man sehen, daß beim Ende des Knotens sich in der unteren Aortenwand eine Lücke vorfindet und daß das Ende des Knotens sich in diese Lücke hineinschiebt. Nimmt man von dieser Stelle angefangen nach vorne zu präparierend den untersten modifizierten Teil der Aortenwand (*Septum fibrosum* Tawara) weg, so erscheint der Stamm *st* des Verbindungsbündels freigelegt und man sieht den unmittelbaren Übergang des Knotens in den Stamm. Gerade an dieser Übergangsstelle findet sich die Lücke in der Aortenwand vor; Platte und Knoten des Verbindungsbündels liegen somit an der Außenwand der Aorta, der Stamm an der Innenwand, richtiger gesagt in der modifizierten Fortsetzung der Aortenwand, welche an dieser Stelle einen Kanal für die Aufnahme des Stammes des Verbindungsbündels enthält. Der Stamm des Verbindungsbündels ist nicht lange und sieht wie ein Nerv aus; er besteht aus einem Bündel längs verlaufender, feiner weißlicher, weißlichgrauer Fasern, welche plötzlich aus dem ganz anders struktuierten Knoten heraustreten. Man kann jedoch erkennen, daß die Fasern des Stammes des Bündels Fortsetzungen der den Knoten aufbauenden Fasermassen sind. Der Stamm hat, abgesehen von der an seiner Oberfläche vorhandenen Streifung, welche durch die ihn zusammensetzenden Fasern bedingt ist, eine glatte, fast glänzende Oberfläche; der Stamm liegt nämlich in einer eigenen bindegewebigen Scheide, und zwischen beiden findet sich eine anscheinend lymphartige Flüssigkeit, und aus der Scheide herausgehoben erscheint er glatt. Bald nach seinem Entstehen verbreitet sich der Stamm des Verbindungsbündels und geht in eine annähernd dreieckige Platte *th*, aus welcher der rechte *r* und linke *l* Schenkel des Verbindungsbündels hervorgehen, mit anderen Worten, der Stamm des Verbindungsbündels teilt sich an seinen vorderen verbreiterten Ende in einen rechten und in einen linken Schenkel. Die verbreiterte Teilungsstelle des Stammes macht auf den ersten Anblick hin den Eindruck eines Ganglions. Der zwischen der Teilungsstelle und dem Knoten liegende Antheil des Stammes ist es, der durch die oben erwähnte Lücke und durch den gleichfalls schon erwähnten Kanal durchtritt; es macht den Eindruck, als sei das Verbindungsbündel an der Stelle des Eintrittes in den Kanal eingeschnürt. Die Teilungsstelle des Verbindungsbündels liegt oberhalb der sogenannten Pars membranacea septi ventriculorum, beziehungsweise des Processus tendineus aortae (p. 10 [278]) und hat eine nach vorne geneigte Lage.

Der rechte Schenkel. Unter fast rechtem Winkel geht der rechte Schenkel *r* vom Stamme des Verbindungsbündels ab und schlägt die Richtung nach vorne abwärts ein; er zieht im mäßigen Bogen unterhalb der Ansatzstelle des medialen Papillarmuskels *pm*, zu der Stelle, wo der Leonardo da Vinci'sche Muskelbalken *L d V* beginnt, bildet dann einen scharfen Bogen (mit der Konvexität nach vorne) und tritt in den ebengenannten Muskelbalken ein, um zur Basis des vorderen Papillarmuskels *pa* zu gelangen. Man kann den rechten Schenkel in zwei Abteilungen bringen: in den septalen Abschnitt, von seinem Beginne bis zu seinem Eintritt in den Leonardo'schen Muskelbalken und in den trabekularen Abschnitt, der in dem ebengenannten Muskelbalken verläuft. Der septale Abschnitt, in einer Bindegewebs-(Lymphscheide?) eingeschlossen, liegt gleich nach seinem Beginne am hinteren Rande der sogenannten Pars membranacea septi, beziehungsweise des Processus tendineus aortae und ist an der Stelle, wo er in das

Septum ventriculorum eintritt, gewöhnlich von nur wenig Muskelfleisch überlagert (manchmal sogar subendocardial gelegen). Der trabekulare Abschnitt liegt im Leonardo da Vinci'schen Muskelbalken meist exzentrisch; auch eine fast subendocardiale Lagerung kann angetroffen werden. An der Stelle, wo der letztgenannte Muskelbalken den vorderen Papillarmuskel erreicht, dringt der rechte Schenkel in den letzteren ein (bildet den sogenannten papillaren Abschnitt des Schenkels) und teilt sich in eine verschiedene Anzahl von Zweigen, welche zum größten Teile subendocardial am Papillarmuskel verlaufen, zum Teil jedoch auch in das Muskelfleisch eindringen. Man kann, wenn man einem frischen Herzen die Oberfläche des Papillarmuskels untersucht, ganz deutlich unter dem Endocardium verlaufende, grau erscheinende Fäden wahrnehmen, welche den Papillarmuskel netzförmig umstricken; die Spitze des Papillarmuskels bleibt, so weit es den Anschein hat, von diesem Netzwerke frei. Am frischen Herzen kann man ferner wahrnehmen, daß vom basalen Teile des papillaren Netzwerkes, beziehungsweise von dem in den Papillarmuskel eingetretenen rechten Schenkel graue Fäden in die dem Papillarmuskel nahe gelegenen Trabekel ziehen und subendocardial dann weiter verlaufen. Die letzterwähnten Trabekel können als Ursprungsbalken des vorderen Papillarmuskels, beziehungsweise als Insertionsbalken des genannten Papillarmuskels an der vorderen Herzwand aufgefaßt werden. Der vordere Papillarmuskel hat aber noch direkte oder mittels seiner Ursprungsbalken indirekte wechselnde Verbindungen mit der Muskulatur des hinteren Septumanteils und mit dem hinteren Papillarmuskel *pp*, welcher öfters nicht einfach ist; in diesen die Papillarmuskeln verbindenden Muskelbalken $b b_1$, welche ebenfalls meist frei die Ventrikelhöhle durchziehen, verlaufen Zweige des aus dem rechten Schenkel des Verbindungsbündels entstandenen vorderen Papillarmuskelgeflechtes, welche sohin zur Versorgung der hinteren Septumwand und der hinteren Papillarmuskel mit Verbindungsbündelfasern dienen.

Der linke Schenkel. Auf der Taf. I, Fig. 2 ist der ganze Verlauf des linken Schenkels des Verbindungsbündels von der Stelle an, wo er die linke Septumwand betritt, bis zu seinem Eintritt in die Papillarmuskeln dargestellt. Während der obere Abschnitt des linken Schenkels in den meisten Fällen von Zügen oberflächlich gelegener Ventrikelmuskulatur bedeckt ist, liegt der untere Abschnitt subendocardial, weshalb die Fasermassen desselben durch das Endocardium hindurch mehr weniger sichtbar sind. Die Stelle, wo der linke Schenkel den linken Ventrikel betritt, ist jener dreieckige Raum, der sich zwischen rechter und hinterer Aortenklappe vorfindet, das Spatium intervalvulare Henles. Wenn man daselbst das Endocardium wegnimmt, erscheint der Anfang des linken Schenkels (Fig. 2 *l*). Man muß aber weiterhin die unterhalb des Spatium intervalvulare gelegene oberflächliche Ventrikelmuskulatur entfernen, um das ganze Anfangsstück des linken Schenkels freizulegen. Hat man nun auch weiter unten das Endocardium entfernt, so liegt der ganze Stamm des linken Schenkels frei zutage (Fig. 2 *l*). Die Mächtigkeit des linken Schenkels ist besonders hervorhebenswert; er ist viel stärker als der rechte Schenkel. Während der linke Schenkel in seinem oberen Abschnitte einen dicken, annähernd rundlichen oder ovalen Strang bildet, ist er in seinem unteren Abschnitte ganz plattgedrückt, verbreitert und daher ganz dünn und erscheint oft fast als ein aus feinsten Fasern bestehender membranartiger Strang. Alsbald teilt sich die ganze Fasermasse in der Hauptsache in einen vorderen und in einen hinteren Ast (Fig. 2 *l v*, *l h*); aber zwischen diesen Ästen zieht eine größere oder geringere Anzahl von Fasern vom linken Schenkel auf der Septumwand subendocardial in der Richtung gegen die Herzspitze zu, um immer feiner werdend und sich verästelnd in die verschiedene Trabeculae des Septums einzutreten, welche Trabeculae aber mit den Papillarmuskeln in Beziehung sind. Diese eben beschriebenen Faserzüge stellen einen dritten (mittleren) Ast des linken Schenkels dar. Ist die Teilung des linken Schenkels in eine vorderen und in einen hinteren Ast erfolgt, so treten diese Äste alsbald in je einen den Ventrikelhohlraum durchziehenden, dicken oder dünnen, mehr oder weniger muskulösen, beziehungsweise bindegewebigen Balken ein; der eine Balken *vb* zieht zum vorderen (Fig. 2 *p a*), der andere (Fig. 2 *h b*) zum hinteren Papillarmuskel (Fig. 2 *p p*). Es kommt auch vor, wie Tawara (47, p. 99 und Taf. VIII, Fig. 2) beobachtet hat, daß die zu den zwei Papillarmuskeln ziehenden Balken mittels eines gemeinsamen Stammes von der Septumwand entspringen; in diesem Falle tritt der Stamm des linken Schenkels ungeteilt in den Balken ein und mit der Teilung

dieses teilt sich auch der linke Schenkel in einen vorderen und in einen hinteren Ast. Sehr häufig kann man finden, daß der vordere und hintere Muskelbalken sich früher oder später vor seinem Ansatze an den entsprechenden Papillarmuskel sich in zwei oder mehrere Stämme teilt, welcher Teilungsweise auch der vordere, beziehungsweise hintere Ast des linken Schenkels notwendigerweise sich entsprechend verhalten müssen. Man kann auch beobachten, daß Teile des vorderen oder hinteren Astes des linken Schenkels an der Septumwand herzspitzenwärts subendocardial ziehen, um dann in besondere kleinere, den Ventrikelhohlraum durchsetzenden Muskelbalken einzutreten und mittels dieser zu den Papillarmuskeln zu gelangen. Bemerkenswert erscheint es, daß wie zum Beispiel an der Fig. 2 ersichtlich ist, die Bündel des hinteren Astes an den hinteren Papillarmuskel hauptsächlich in der Nähe seiner Spitze herantreten, während die des vorderen Astes beiläufig zur Basis des vorderen Papillarmuskels sich begeben. An beiden Papillarmuskeln sieht man ein sie umstrickendes subendocardiales Geflechtwerk, in welchem nach den verschiedensten Richtungen hin subendocardiale Zweige verlaufen. Faßt man bezüglich der Endigung des linken Schenkels alles zusammen, so kann man aussagen, daß die Fasermassen des linken Schenkels zu dem vorderen und hinteren Papillarmuskel sich begeben und daselbst ein diese umstrickendes Netzwerk herstellen, aus welchen nach allen Richtungen hin feinste subendocardial verlaufende Äste austreten, die makroskopisch weiter nicht verfolgbar sind.

2. Kalb. Das Verhalten des atrioventrikularen Verbindungsbündels im Herzen des Kalbes ist in der Hauptsache gleich dem des Schafsherzens; um nicht zu weitläufig zu werden, sehe ich von einer eingehenden Schilderung ab und bringe, um andere Verhältnisse des Bündels kennen zu lernen, eine Darstellung des Bündels, wie es sich bei der Präparation von oben her verhält, was die Fig. 3 auf Taf. I zeigen soll. Das Präparat wurde in der Weise hergestellt, daß von den beiden Vorhöfen nur die medialen Wände in ihren hintersten Abschnitten erhalten blieben; deswegen sieht man auf der Figur die Einmündung des Sinus coronarius (rechts von *a n*). Durch die Wegnahme des größten Anteiles beider Vorhöfe, wie auch durch die vollständige Wegnahme der Aorta und der Art. pulmonalis wurde der obere Rand des Septum ventriculorum freigelegt, aber von diesem *s* vor der Teilungsstelle des Verbindungsbündels gelegenem Anteile ein großes Stück weggeschnitten; die beiden Ventrikel wurden durch Abtragung eines großen Anteiles ihrer parietalen Wandungen weiter zugänglich gemacht. Auf der Abbildung (Fig. 3, Taf. I) sieht man die Mündung des Sinus coronarius (rechts von *a n*), einen Teil des rechten Ventrikels mit dem vorderen Papillarmuskel *p a*, mit dem Randteile des zur Basis des letzteren hinlaufenden Leonardo da Vincischen Muskelbalkens (L. d. V.), der in diesem Falle ganz besonders mächtig entwickelt ist. In dem geöffneten linken Ventrikel sieht man die linke Septumwand, den hinteren Papillarmuskel *p p* und die Spitze des vorderen Papillarmuskels *p a*. Von der linken Septumwand ziehen zwei Muskelbalken *v b*, *h b* durch den Ventrikelhohlraum, von denen der eine zum vorderen *p a*, der andere zum hinteren Papillarmuskel *p p* sich hinzieht.

Der Stamm *s t* des Verbindungsbündels liegt am oberen Rande des Septum ventriculorum; nach hinten zu geht er in den Knoten *K* über und von diesem laufen die Fasern *a n* gegen die Wand des Sinus coronarius hin. Aus der Teilungsstelle *t h* des atrioventrikularen Verbindungsbündels, welche eine fast dreieckige Platte darstellt, entwickelt sich der rechte und der linke Schenkel des Verbindungsbündels. Der freigelegte rechte Schenkel *r* zieht gegen den Anfang des Leonardo da Vinci'schen Muskelbalkens (L. d. V.), tritt in ihn ein und gelangt dadurch zum vorderen Papillarmuskel *p a*. Der linke Schenkel *l* des Verbindungsbündels teilt sich noch subendocardial in einen vorderen *v b* und einen hinteren Ast *h b*, welche beide auf dem Wege von den früher erwähnten Muskelbalken zum vorderen, beziehungsweise hinteren Papillarmuskel gelangen.

Der linke Schenkel des atrioventrikularen Verbindungsbündels ist besonders an der Fig. 4, Taf. I zu ersehen, welche die Abbildung eines Präparates ist, an welcher der linke Schenkel ganz besonders mächtig ausgebildet erscheint. Man gewahrt den Abgang des linken Schenkels des Verbindungsbündels vom Stamm und seinen absteigenden Verlauf an der linken Septumwand. Von der linken Septumwand treten zwei gleich nach ihrem Beginne in mehrere Stämme zerfallende Muskelbalken *v b*, *h b* ab, um sich zum vor-

deren *p a*, beziehungsweise hinteren Papillarmuskel *pp* zu begeben. In diesen Balken verlaufen der vordere *l v* und der hintere Ast *l h* des linken Schenkels des Verbindungsbündels, welche Äste entsprechend der Teilung des Muskelbalken ebenfalls in mehrere Stämme zerfallen sind.

Eine lehrreiche Darstellung des Verlaufes des atrioventrikularen Verbindungsbündels am Kalbherzen zeigt die Abbildung 5 auf Taf. II. Bei der Präparation wurde von oben her zwischen Aorta *a* und dem rechten Vorhof *rV* so weit in die Tiefe vorgedrungen, bis man auf das in der Nähe des unteren Aortenrandes *a k* liegende Atrioventrikularbündel *s t* gelangte. Zur näheren Orientierung an der Abbildung diene, daß *s c* auf den eröffneten Sinus coronarius hinweist; *lV* ist der abgedrängte linke Vorhof. Zwischen dem Conus arteriosus *c a* und dem rechtenVorhofe *rV* ist in der Tiefe die eröffnete rechte Ventrikelhöhle sichtbar. Bei der Wandung des Sinus coronarius liegt eine dreieckige Platte *a n*, die die Basis gegen die Vorhofswand und den Sinus coronarius richtet. Zu dieser Platte ziehen zahlreiche Fasern, die von der rechten und wahrscheinlich auch linken Vorhofswand und der Wandung des Sinus coronarius gekommen sind; diese Fasern stellen die Anfänge (*a n*) des Verbindungsbündels dar; sie fließen nach vorne zusammen und bei der Spitze der erwähnten dreieckigen Platte treten sie an ein ovales, rundliches, rauhes Gebilde, dem Tawara'schen Knoten *k* heran. Aus dem Knoten entsteht der kurze Stamm *s t* des Verbindungsbündels, welcher in seinem Zuge nach vorne sich rasch verbreitert und in eine dreieckige Platte *t h* übergeht, welche die Teilungsstelle des Stammes in einem rechten *r* und in einem linken *l* Schenkel darstellt. (Der Stamm des Verbindungsbündels samt seiner Teilungsstelle wurde dadurch sichtbar gemacht, daß die von dem unteren Rande der Aorta ausgehende Membran, in welcher das Verbindungsbündel eingeschaltet lag, entfernt wurde.) Bei der Teilungsstelle geht der linke Schenkel *l* zwischen Aorta und oberen Septunrande nach links. Der rechte Schenkel *r* steigt an der rechten Wand des Septum ventriculorum abwärts und tritt scharf abbiegend in den trabekularen Hilfsschenkel L. d. V des vorderen Papillarmuskels ein. Vor seinem Eintritt gibt der rechte Schenkel einen Zweig r_1 zum medialen Papillarmuskel ab. Ganz auffällig ist die geringe Länge des Stammes des Verbindungsbündels.

Die Abbildung Fig. 6 auf Taf. II zeigt einen frontalen Durchschnitt durch das Herz eines Kalbes, um die Topographie des Stammes des atrioventrikularen Verbindungsbündels darzutun. *a* ist die Aorta mit der hinteren Aortaklappe *a h* und dem Aortenzipf *a z* der Valvula tricuspidalis; *r V* die rechte Vorhofswand; *s* das Septum ventriculorum; die obere Spitze desselben *m a* wird von dem Musculus subaorticus hergestellt; *vd*, *vs* der rechte, beziehungsweise linke Ventrikel. Zwischen der rechten Vorhofswand *rV* einerseits und dem rechten oberen Septumrand *s* und dem Musculus subaorticus *m a* anderseits schiebt sich eine modifizierte Fortsetzung *p ta* des unteren Randes der Aorta *a k* ein. Der obere Anteil ist die abgeknickte knorpelige Wand *a k* der Aorta, die zwischen dem Musculus subaorticus *ma* und der Muskulatur der rechten Vorhofsmuskulatur *rV* eindringt; von dem unteren Rande der knorpeligen Aortenwand geht eine Membran *pta* der Processus aorticus abwärts, welche sich zwischen dem Septum und dem medialen Zipfel der Valvula tricuspidalis einschiebt und subendocardial an der rechten Septumwand endet. In der erwähnten Membran, welche an ihrem Ursprunge von der Aorta dicker ist und nach abwärts sich verdünnt, liegt der Stamm *s t* des atrioventrikularen Verbindungsbündels. Man kann gewahren, daß der Stamm des Verbindungsbündels nicht am oberen Rande des Septum ventriculorum liegt, sondern auf der rechten Seite des oberen Randteiles des Septum lagert. Diese Topographie des Bündels ist ein konstanter Befund sowohl am tierischen als auch am menschlichen Herzen.

3. Hund. Das Verhalten der atrioventrikularen Verbindungsbündel des Hundeherzens zeigt unter allen untersuchten Tieren die größte Ähnlichkeit mit dem Verhalten des Bündels am menschlichen Herzen.

Die Abbildung Fig. 7, Taf. II zeigt den Verlauf des verhältnismäßig langen Stammes des Verbindungsbündels oberhalb der atrioventrikularen Grenze, und zwar nach rechts von der Wurzel der Aorta, also nahe der inneren Oberfläche des rechten Vorhofes. Der Stamm ist mit Einschluß des Knotens bis zu seiner Teilungsstelle hin am Präparate, nach welchem die Abbildung hergestellt wurde, fast 2 *cm* lang. Der Stamm *s* stellt einen in einer Scheide eingeschlossenen beiläufig 1 *mm* dicken, rundlichen weißen

Strang dar, dessen Oberfläche fein längs gefasert ist. Der sichere makroskopische Beginn *an* des Verbindungsbündels konnte in der Wandung des rechten Vorhofes an jener Stelle festgestellt werden, welche als Verlängerung der einen Wand des Sinus coronarius *sc* erscheint. Wenn man das Endocardium der unmittelbar vor der Mündungsstelle des Sinus coronarius gelegenen Wandungsstelle entfernt und in die Muskulatur eindringt und dieselbe teilweise durchdringt, gewahrt man eine größere Anzahl feinster Fasern, die von verschiedenen Richtungen kommen, an einer Stelle *an* zusammentreten und in ein beiläufig 1 bis 2 *mm* langes, ovales, weißlich graues mit rauher Oberfläche versehenes Gebilde eintreten, welches den Knoten *k* des Verbindungsbündels darstellt; dasselbe liegt an der äußeren Wand der Wurzel der Aorta. Aus dem Knoten entwickelt sich nach vornehin der Stamm *s* des Verbindungsbündels. Sein nach vorn gerichteter Verlauf beiläufig längs dem oberen Rand des Septum ventriculorum (nach links hin an die Wurzel der Aorta angrenzend), ist an der Abbildung Fig. 7 ersichtlich. (Das Wurzelstück der Aorta *a* wurde, wie die Abbildung zeigt, in die Höhe gezogen.) Die Teilungsstelle *th* des Stammes in einem rechten *r* und linken Schenkel findet sich am oberen Rande des Septum ventriculorum, oberhalb einer sehnigen Stelle *ms* der Septumwand vor, welche zum Vorschein kommt, wenn man den Klappensaum, der den medialen und den vorderen Zipfel der Valvula tricuspidalis emporhebt. Die sehnige Stelle *ms*, (Macula tendinea septi ventriculorum) ist dreieckig, die Basis gegen die atrioventrikulare Grenze, die Spitze nach unten gerichtet. Gegen die hintere Seite dieses dreieckigen Sehnenfleckes richtet der rechte Schenkel des Verbindungsbündels nach seinem Abgange vom Stamme seinen Verlauf; hierselbst angelangt, ist er oft in das sehnige Gewebe dicht eingebettet, so daß seine tadellose Isolierung hierselbst manchmal sich recht schwierig gestaltet. Ganz auffällig ist, wie der rechte Schenkel von dieser Stelle an in seinem weiteren Verlaufe nach abwärts stark platt gedrückt und als ein ungemein zartes, dünnes durchscheinendes Faserband erscheint. Diese ganz plötzliche und besonders in die Augen springende Formumwandlung des rechten Schenkels, wie auch, daß seine ihn zusammensetzende Fasern nur bei einem bestimmten Lichtauffall von den Fasern des angrenzenden Herzmuskelfleisches unterscheidbar werden, macht es, daß der rechte Schenkel in seinem weiteren Verlaufe nur unter Anwendung besonderer Aufmerksamkeit verfolgbar ist.

Wie die Abbildung Fig. 7 zeigt, zieht der meist subendocardial gelegene rechte Schenkel *r* von der Macula tendinea septi ventriculorum *ms* in einen mäßigen Bogen (die Konvexität nach vorne gerichtet) hinter dem medialen Papillarmuskel *pm* und vor accessorischen kleineren hinteren medialen Papillarmuskeln an der Septumwand abwärts, in der Richtung gegen die Basis des vorderen Papillarmuskels *pa*. Die Muskelzüge der Septumwand, auf welchen der rechte Schenkel abwärts steigt, heben sich in der Nähe des vorderen Papillarmuskels von der Septumwand mehr weniger ab und begeben sich zur Basis des vorderen Papillarmuskels und stellen den trabekulären Hilfsschenkel L. d. V. (Leonardo da Vinci's Muskelbalken) des genannten Papillarmuskels dar. Der rechte Schenkel des Verbindungsbündels, angelangt bei der Basis der vorderen Papillarmuskel, ist mit Sicherheit makroskopisch nicht weiter verfolgbar. An dem Präparate, welches für die Abbildung Fig. 7, Taf. II diente, zog an der Basis des vorderen Papillarmuskels ein Muskelbalken *b* vorbei, welcher aus dem trabekulären Hilfsschenkel L. d. V. abging und zu einem Balken der Parietalwand hinzog; in den erwähnten Muskelbalken trat, wenn ich mich nicht täuschte, ein Teil des rechten Schenkels ein.

Die Abbildung, Fig. 8, Taf. II, zeigt den Verlauf des linken Schenkels des atrioventrikularen Verbindungsbündels, nachdem er unterhalb der Aorta *a* bedeckt von dem Endocardium, zwischen hinterer *ah* und rechter *ar* Aortenklappe vom Stamme des Verbindungsbündel nach links übergetreten ist. Der linke Schenkel *l* ist ein platter, ungemein dünner, sehr zarter, aus feinsten Fasern aufgebauter bandartiger Strang, der subendocardial lagert; die ihn aufbauenden Fasern haben fast ganz die Farbe der unter ihm liegenden Faserbündel des Septumfleisches, und da der ganze linke Schenkel wegen seiner Dünnheit durchscheinend ist, so heben sich seine ihn aufbauenden Fasern von den Fasern des Septumfleisches kaum ab und sind nur bei bestimmten Beleuchtungen deutlich erkennbar. Die unmittelbare Lage unter dem Endocardium und die außerordentliche Feinheit des linken Schenkels machen es, daß er bei der Entfernung des Endocardiums

sehr leicht mit diesem entfernt wird. Gleich nach seinem Übertritte auf die linke Septumwand, weichen die zarten Fasermassen des linken Schenkels auseinander und fließen über die Septumwand herzspitzenwärts; die Randfasern sind mehr zusammengefaßt als die mittleren, daher sie deutlicher sichtbar als die letzteren sind. Diese Randfasern sind es, die im Absteigen immer mehr auseinander weichen und als Teilungsäste des linken Schenkels erscheinen. Der vordere Ast *lv* tritt in einen intraventrikularen Muskelbalken *vb* ein, der zum vorderen Papillarmuskel *pa* sich begibt, während der hintere Ast *lh* in einen zum hinteren Papillarmuskel *pp* hinziehenden intraventrikularen Muskelstrang *hb* eintritt. Am Präparate, welches der Abbildung, Fig. 8, Taf. II, zugrunde liegt, konnte der hintere, die Ventrikelhöhle durchsetzende Muskelbalken *hb* an der Wand des Septums subendocardial bis zum oberen Septumrande hinauf verfolgt werden, woselbst er seinen Ursprung nahm $h_1\, b_1$. Die zwischen dem vorderen und dem hinteren Aste des linken Schenkels liegenden Fasermassen, die herzspitzenwärts ziehen, werden in ihrem Zuge nach abwärts bald so fein, daß eine weitere sichere makroskopische Verfolgung unmöglich wird.

4. Schwein. Das Verhalten des atrioventrikularen Verbindungsbündels am Herzen des Schweines ist im großen und ganzen gleich dem, wie es an bisher erörterten tierischen Herzen beschrieben wurde. Der linke Schenkel stellt ein an vorliegenden Präparaten sehr feines, subendocardial gelegenes Faserband dar, welches derart durchscheinend ist, daß seine Fasermassen nur mit Mühe von den darunter liegenden Herzmuskelfasern unterscheidbar sind. Das ganze Verhalten des linken Schenkels erinnert mehr an das des gleichen Schenkels am Hundeherzen, als an das des linken Schenkels des Herzens vom Schafe und Kalbe. Der rechte Schenkel des Verbindungsbündels wird beim Übertritte auf den trabekulären Hilfsschenkel des vorderen Papillarmuskels breit und dünn, ist subendocardial gelegen und sehr deutlich durch das Endocardium sichtbar. Bei seinem Übertritte auf den trabekulären Hilfsschenkel gibt der rechte Schenkel des Verbindungsbündels einen Zweig zum vorderen Papillarmuskel ab.

5. Pferd. Beim Pferde sind die Verhältnisse des atrioventrikularen Verbinbindungsbündels im allgemeinen dieselben wie bei den bisher untersuchten Herzen. Auffällig ist, daß im Vergleiche zur großen Herzmasse die Fasermassen des Verbindungsbündels einen relativ dünnen Strang aufbauen; er ist im Verhältnis zu dem des Herzens des Schafes und Kalbes viel schwächer entwickelt. Der Stamm des Verbindungsbündels nähert sich, was seine Länge anbelangt, mehr dem Verhalten des Stammes des Bündels am Schaf- und Kalbsherzen. Besonders hervorhebenswert ist, daß der linke Schenkel des Verbindungsbündels, nachdem er nach links übergetreten ist, von einer mächtigen Schichte Muskulatur (M. subaorticus) überlagert wird und erst sein vorderer und hinterer Teilungsast subendocardial zu liegen kommen. Man gewahrt daher ohne Präparation nicht den Stamm des linken Schenkels des Verbindungsbündels an der linken Septumwand, sondern sieht durch das Endocardium hindurch nur seine beiden Teilungsäste, die zum vorderen beziehungsweise zum hinteren Papillarmuskel auf dem Wege von Muskelbalken ziehen.

B. Makroskopische Darstellung der atrioventrikularen Verbindungsbündel am menschlichen Herzen.

1. Die Abbildungen Fig. 9, 10 auf Taf. III zeigen an einem und demselben Herzen das präparierte Bündel in einem mehr oder weniger isolierten Zustande, während die Abbildungen 11 und 12 auf Taf. III das topographische Verhalten des rechten und linken Schenkels an je einem Herzen zur Anschauung bringen.

Das Präparat, welches die Abbildung Fig. 9 wiedergibt, wurde in der Weise hergestellt, daß von den beiden Vorhöfen nur der hinterste Abschnitt *rV* am Herzen belassen wurde. Die Aorta wurde ganz, die Arteria pulmonalis fast ganz entfernt, von letzterer ist noch eine Klappe *ap* erhalten geblieben. Der rechte Ventrikel wurde durch einen bis zur Herzspitze gehenden Längsschnitt eröffnet und die Wände auseinandergezogen. In Entsprechung dieses Vorganges sind an der Abbildung wahrzunehmen: Ein Teil der Wandung des rechten Vorhofes *rV* mit der Einmündung des Sinus coronarius *sc*; der hintere Zipfel *trh* der Valvula tricus-

pidalis mit dem Chordae tendineae, welche von dem (im vorliegenden Falle schlecht entwickelten) hinteren Papillarmuskel *pp* ausgehen. Von dem vorderen Papillarmuskel *pa* ist nichts erhalten, jedoch ist ein trabekulärer Hilfsschenkel, der Leonardo da Vinci'sche Muskelbalken *LdV*, bis zu seinem Eintritte zum vorderen Papillarmuskel vollständig vorhanden; der mediale accessorische Papillarmuskel *pac* ist ziemlich gut ausgebildet. *ca* ist eine Wand des Conus arteriosus, *ap* die hintere Klappe der Arteria pulmonalis.

Der Stamm *st* des atrioventrikularen Verbindungsbündels liegt am oberen Rande des Septum ventriculorum, und zwar mehr unter der Oberfläche des rechten Hohlraumes des Herzens gelagert. Das hintere Ende des Stammes war deutlich makroskopisch verfolgbar bis zu einer Stelle, welche unter der medialen Vorhofswand gelagert ist und als Fortsetzung der Wand des Sinus coronarius *sc* erscheint. Aus den daselbst vorfindlichen feinen Fasern bildet sich der Knoten *k* und aus diesem entwickelt sich nach vorne zu der Stamm *st* des atrioventrikularen Verbindungsbündels, welcher sich bei *th* in einen rechten *r* und einen linken Schenkel teilt. Die Lagerung des Knotens und des Stammes des Verbindungsbündels findet sich an der Grenze zwischen Aortenwurzel und dem Septum ventricolorum in ähnlicher Weise, wie am Herzen der untersuchten Tiere. Der Knoten liegt in dichtes fibröses Bindegewebe eingebettet und es erfordert die volle Aufmerksamkeit, um ihn aus demselben herauszupräparieren; soviel ich bis jetzt gefunden habe, ist die Einbettung des Knotens in das dichte Gewebe ein ganz regelmäßiger Befund. Ist der Knoten freigelegt, bildet die Freilegung des Stammes keine besondere Schwierigkeit, da derselbe in eine bindegewebige Scheide (Lymphscheide?) eingeschlossen ist und dadurch von der Umgebung gut abgegrenzt ist. Meist findet man, daß der obere Rand des Septum ventriculorum glattrandig ist und von einem mehr weniger ausgeprägten Sehnenstreifen begrenzt wird. Diese Stelle ist leicht konkav nach aufwärts. Der vorderste Anteil der Konkavität bildet mit dem unteren Rande der Aorta eine Lücke, durch welche sich der linke Schenkel nach links begibt. Die Lagerung des Knotens und des Stammes des Verbindungsbündels bis zu seiner Teilungsstelle hin findet sich nicht zwischen dem eigentlichen unteren Rande der Aorta und dem oberen Rande des Septum ventriculorum, sondern auf diesem und mehr nach rechts hin gelagert.

Der rechte Schenkel *r* des Verbindungsbündels schlägt gleich nach seinem Ursprunge eine absteigende Richtung ein und verläuft unter der Oberfläche der rechten Septumwand abwärts gegen den Ursprung des trabekulären Hilfsschenkels (des Leonardo da Vinci'schen Muskelbalkens *LdV*) des vorderen Papillarmuskels *pa*. Er zieht immer hart an der Basis des in seiner Form und Größe vielfach wechselnden medialen Papillarmuskels vorbei. Die Muskelschichte, die den rechten Schenkel deckt, ist manchesmal stärker, manchesmal auf eine ganz dünne Schichte reduziert. Vollständig subendocardial verlaufend habe ich den rechten Schenkel niemals angetroffen. Doch kommt es öfters vor, daß die Gegend der medialen Wand des Ventrikelseptums oberhalb der Basis des medialen Papillarmuskels in einer mehr oder weniger ausgebreiteten Sehnenfleck, Macula tendinea septi ventriculorum *ms* umgewandelt erscheint; in solchen Fällen zieht der obere Abschnitt des rechten Schenkels unmittelbar unter dem vom Endocardium überzogenen sehnigen Gewebe und ist mühsam aus dem dichten Gewebe herauszupräparieren. Obwohl der rechte Schenkel in einer Scheide eingeschlossen ist, die ihn von der Umgebung trennt, so ist, da die Scheide mit der Muskulatur in innigem Zusammenhange ist und der in ihr liegende rechte Schenkel relativ dünn ist, die Darstellung des rechten Schenkel ohne ihn zu beschädigen, ohne weitere Übung meist keine ganz leichte. Der Eintritt des rechten Schenkels in den Leonardo da Vinci'schen Muskelbalken *LdV* ist auf der Fig. 9, Taf. III, zu sehen. In diesem trabekulären Hilfsschenkel des vorderen Papillarmuskels liegt der rechte Schenkel, welcher nun meist eine plattgedrückte Form angenommen hat, vielfach oberflächlich, also subendocardial. Es gibt aber Fälle, wo ihn Muskelfleisch bedeckt, jedoch niemals in der Weise, daß der rechte Schenkel im Balken zentral zu liegen kommen würde. Auch die Freilegung des rechten Schenkels im Hilfsbalken kann mitunter eine recht schwierige sein. (Nebenbei sei bemerkt, daß der in Rede stehende Muskelbalken nicht immer frei durch den Ventrikelhohlraum zieht, sondern auch der Septumwand angeschlossen seinen Weg nehmen kann; er ist jedoch in allen Fällen vorhanden.) Aus dem Leonardo da Vinci'schen Muskelbalken begibt sich der rechte Schenkel zur Basis des vorderen Papillarmuskels. Eine

weitere makroskopische sichere Verfolgung des rechten Schenkels ist mir bisher nicht gelungen; auch gelang es mir bisher nicht, ein subendocordiales Geflechtwerk am vorderen Papillarmuskel oder Zweige aus einem solchen zum hinteren Papillarmuskel mit voller Deutlichkeit zu sehen, obwohl sich Muskelbalken, die die Ventrikelhöhle mehr minder frei durchsetzen und zur Verbindung des vorderen und hinteren Papillarmuskels dienen, stets vorfinden. Mit Rücksicht auf die Befunde beim tierischen Herzen ist anzunehmen, das auch beim menschlichen Herzen Fasern des rechten Schenkels des Verbindungsbündels vom vorderen Papillarmuskel auf dem Brückenwege des oben genannten Muskelbalken zum hinteren Papillarmuskel gelangen. Was die Versorgung der medialen Papillarmuskel mit einem Zweige des rechten Schenkels des Verbindungsbündels anbelangt, so bin ich zu keinem sicheren Endergebnis gelangt. Manchmal glaubte ich einen feinen Zweig des rechten Schenkels in den medialen Papillarmuskel eintreten zu sehen; in anderen Fällen, namentlich in solchen, in welchen der mediale Papillarmuskel stark reduziert war, oder die Chordae tendineae unmittelbar aus der Septumwand hervorzugehen scheinen, suchte ich vergeblich nach einen vom rechten Schenkel des Verbindungsbündels abgegebenen Zweige. Wenn der mediale Papillarmuskel gut oder nur halbwegs gut entwickelt ist, dann gewahrt man stets, daß der rechte Schenkel hart an seiner Basis vorbeizieht und deswegen liegt die Möglichkeit vor, daß auch in ihn ein Zweig des rechten Schenkels hineingeht, wenn derselbe vielleicht auch nicht in allen Fällen makroskopisch darstellbar ist.

Der linke Schenkel. Der Verlauf desselben ist an der Fig. 10 dargestellt. In auffälliger Weise unterscheidet sich die Form des linken Schenkels von der des rechten Schenkels. Während der rechte Schenkel fast immer als ein mehr oder weniger rundlicher (eventuell etwas platt gedrückter) Strang erscheint, ist der linke Schenkel ganz platt. Er bietet sich dem Anblicke als eine Faserplatte, oder als ein aus feinsten Längsfasern bestehendes, ungemein dünnes aber relativ sehr breites Band dar. Die Dicke ist eine so geringe, daß das Septumfleisch durchschimmert, weshalb auch nur bei aufmerksamster Beobachtung die Fasermassen des linken Schenkels als eine Auflagerung auf die Faserungen der Septummuskulatur wahrgenommen werden. Die Dünnheit des als Faserband erscheinenden linken Schenkels macht es auch, daß derselbe, obwohl er subendocardial lagert, eigentlich durch das relativ dicke Endocardium hindurch mit Sicherheit kaum wahrgenommen werden dürfte, daher die Streifungen, die das den linken Schenkel deckende Endocardium zeigt, nicht der Ausdruck des Verlaufes der Züge der Faserungen des linken Schenkels sein können. Wenn auch viele Streifungen des Endocardiums mit den diesen entsprechend verlaufenden Faserzügen des linken Schenkels in Übereinstimmung sind, so zeigt doch eine nähere Untersuchung, daß das Endocardium auch Streifungen aufweist, unterhalb welcher sich keine Faserzüge des linken Schenkels vorfinden. Die unmittelbar unter dem Endocardium liegende Fasermasse des linken Schenkels macht es auch, daß die tadellose Freilegung desselben Schwierigkeiten unterliegt; nur allzuleicht wird mit der Wegnahme des Endocardiums auch der linke Schenkel weggenommen und es ereignet sich wohl auch meistenteils, daß, wenn das Endocardium auch mit größter Sorgfalt entfernt wird, dennoch einige Fasern des linken Schenkels mit dem Endocardium entfernt werden. Um zu dem Ursprung des linken Schenkels zu gelangen, das heißt zu der Stelle, wo er vom Stamme des Verbindungsbündels entsteht und sich nach links begibt, sucht man sich das Spatium intervalvulare, das heißt den Raum zwischen der rechten und hinteren Aortenklappe auf und hebt das Endocardium sorgfältig ab. Man muß sich dann gegen den unteren Rand der Aorta halten und die von demselben ausgehende Membran durchtrennen um auf die Übertrittsstelle des linken Schenkels des Verbindungsbündels nach links zu gelangen. Sieht man das zarte, platte, feinfaserige Bündel, dann lege es man in der Weise frei, daß man an dem um das Bündel herumliegende Gewebe präpariert, ohne das Bündel in die Pinzette zu nehmen, denn einen Druck derselben verträgt es durchaus nicht. Hat man den Ursprung des linken Schenkels freigelegt, so schiebe man vorsichtig ein feinstes Fischbeinstäbchen oder eine Schweinsborste zwischen ihn und dem Septum ventriculorum, wodurch der zarte Strang leicht gespannt wird, was für seine weitere Freimachung gewöhnlich von einigem Vorteil ist. Man gewahrt nun den linken Schenkel zwischen Septumwand und Endocardium sich einschieben und mit größter Beachtsamkeit suche man das Endocardium abzuheben und zu entfernen. Gewöhnlich erreicht die mehr oder minder leichte Abziehbarkeit des Endocardiums dort ihr Ende, wo der

obere Anteil der meist ziemlich glatten Wand des Septums in den unteren mit Trabekeln versehenen Abschnitt übergeht, oder dort, wo die von der Septumwand durch den Ventrikelhohlraum und zu den Papillarmuskeln ziehenden Muskel- oder Sehnenbalken abgehen. Sehr häufig findet man, daß diese Muskelbalken an der Wand des Septums liegen bleiben und erst knapp in der Nähe der Basis der Papillarmuskeln von ihr sich entfernen; in solchen Fällen erscheinen die nicht freien Muskelbalken als Trabeculae carneae.

Die makroskopische Darstellung des linken Schenkels des Verbindungsbündels gestaltete sich in den meisten Fällen, die ich bearbeitete, in der Weise, wie es die Abbildung Fig. 10 auf Taf. III zeigt. Man sieht den linken Schenkel *l* als ein sehr dünnes, relativ breites, aus eng aneinandergeschlossenen feinsten Fasern vom Septumrande herkommen und sich innig der Septumwand anschmiegen. Die Fasern des Bündels fließen herzspitzenwärts und während ihres Flusses weichen sie auseinander und verlieren sich meist in der Höhenmitte der Septumwand einer sicheren weiteren makroskopischen Beobachtung. Wenn schon die Darstellung des Stammes des linken Schenkels in manchen Fällen recht mühsam ist, weil er einerseits wie ein floraähnlicher Überzug der Septumwand erscheint und anderseits seine ihn aufbauenden feinen Fasern fast dieselbe Färbung wie die unter ihnen liegenden feinen Faserzüge des Septumfleisches aufweisen, sich sohin die Bündelfasern kaum von den Fleischfasern unterscheiden, so wird die makroskopisch weitere Verfolgung des Bündels herzspitzenwärts immer eine unsichere, je mehr die feiner werdenden Fasern in ihrem Flusse sich auseinanderdrängen und zwischen ihnen die fast gleich gefärbten feinen Fleischfasern der Septumwand sich einschieben; man kann oft nicht entscheiden, ob Fasern der einen oder anderen Stelle der Septumwand oder dem linken Schenkel angehören. Aus diesem Grunde wird auch vielfach eine Verfolgung von Fasern in die Ventrikelhöhle durchsetzenden und zu den beiden Papillarmuskeln ziehenden Muskelbalken eine höchst unsichere. An dem Herzen jedoch, welches zur Herstellung der Abbildung Fig. 10 diente, konnte mit ziemlicher Sicherheit festgestellt werden, daß die Fasermasse des Bündels in ihrem Flusse herzspitzenwärts, oberhalb der Höhenmitte des Septums sich in zwei Züge spaltete, wovon der eine Zug *lv* die Richtung zum vorderen *pa*, der andere *lh* zum hinteren Papillarmuskel *pp* einschlug. In der photographischen Abbildung sind diese Züge nicht vollständig deutlich zum Ausdrucke gekommen. Sie waren auch gleich nach der Herstellung der Präparate nur bei einer bestimmten Blickrichtung auf der Septumwand sichtbar und jetzt, wo das Präparat schon längere Zeit in Formol als Museumspräparat adjustiert ist, sind die erwähnten Faserzüge noch schwerer von denen des Ventrikelfleisches zu unterscheiden.

Die Ähnlichkeit der Fasern des linken Schenkels des Verbindungsbündels mit denen der Fleischfasern der Septumwand, das heißt die schwierige Unterscheidung der einen Fasermassen von den andern, muß in dem ähnlichen histologischen Verhalten beider Faserarten begründet sein. In der Tat gibt auch Tawara (l. c. p. 62) an, daß beim Menschen »eine zu große histologische Ähnlichkeit zwischen den gewöhnlichen Herzmuskelfasern und den Muskelfasern des Verbindungsbündels besteht.« Aus diesem Grunde hat Tawara auch es unterlassen, Serienschnitte durch das Herz des Menschen behufs Darstellung des linken Schenkels des Verbindungsbündels anzufertigen. Aber es ist mir nicht recht einleuchtend, wenn Tawara angibt, daß er auch aus dem Grunde die Herstellung von Serienschnitten unterlassen hat, »weil es sich inzwischen herausgestellt hatte, daß der linke Schenkel schon makroskopisch fast bei allen, sowohl frischen, als gehärteten Menschenherzen ziemlich gut wahrnehmbar ist.« Ich kann nur angeben, daß alle Faserzüge des linken Schenkels durch das Endocardium hindurch mit Sicherheit kaum wahrzunehmen sind und daß die meisten Streifungen, die das Endocardium an der linken Septumwand aufweist, von den Faserzügen des linken Schenkels nicht herrühren können.

2. Die Abbildungen, Fig. 11 und 12 auf Taf. III, verfolgen den Zweck einer topographischen Darstellung des rechten und linken Muskels des atrioventrikularen Verbindungsbündels an je einem menschlichen Herzen.

Die Abbildung, Fig. 11, stellt das rechte eröffnete Herz dar. Man gewahrt im Vorhofe die Fossa ovalis mit dem Limbus und die Einmündungsstelle des Sinus coronarius *sc*. Im rechten Ventrikel tragen

die einzelnen Zipfel der Valvula tricuspidalis folgende Bezeichnungen: *tra*, *trm*, *trh* vorderer, medialer und hinterer Zipfel des Valvula tricuspidalis; *pp*, *pa*, *pm* Musculus papillaris posterior, anterior, medialis. Der Musculus papillaris anterior befindet sich vollständig auf der umgeschlagenen parietalen Wand des rechten Ventrikels, sein trabekulärer Hilfsschenkel, der Leonardo da Vinci'scher Muskelbalken *L d V*, wurde hart an seinem Ursprunge von der Septumwand abgeschnitten. Die Valvula tricuspidalis wurde in der Gegend der Grenze zwischen dem vorderen und medialen Zipfel hinter dem medialen Papillarmuskel durchschnitten und der Schnitt durch das Endocardium an der Grenze zwischen Vorhof und Ventrikel in der Richtung gegen die Mündungsstelle des Sinus coronarius *sc* weiter geführt. In dem entstandenen bogenförmigen Schnitte wurde teilweise der Stamm *s t* und ganz der rechte Schenkel *r* des Verbindungsbündels freigelegt und derselbe herzspitzenwärts bis zu seiner Eintrittsstelle in den trabekulären Hilfsschenkel *L d V* (Leonardo da Vinci'sche Muskelbalken) des vorderen Papillarmuskels in der Septumwand verfolgt. Wie aus der Abbildung ersichtlich ist, schlägt der rechte Schenkel des Verbindungsbündels einen bogenförmigen, mit der Convexität nach vorne gerichteten Verlauf ein. Die Bogenlinie, der der rechte Schenkel folgt, beginnt vor dem Sinus coronarius oberhalb der Basis des medialen Zipfels der Valvula tricuspidalis, durchschneidet die Grenze zwischen dem letztgenanten und dem vorderen Zipfel der Valvula tricuspidalis und zieht dann am Septum ventriculorum mit einer gegen den medialen Papillarmuskel gerichteten vorderen Konvexität in der Richtung gegen den aus der Septumwand entspringenden trabekulären Hilfsschenkel des vorderen Papillarmuskels, beziehungsweise in der Richtung gegen die Basis dieses Muskels.

(Die Stelle der Septumwand, welche hinter und oberhalb des medialen Papillarmuskels *pm*, also an der Grenze zwischen vorderen und medialen Zipfel der Valvula tricuspidalis ist an vielen menschlichen Herzen in einen dreieckigen Sehnenfleck umgewandelt, der verschiedene Größenentwicklung aufweisen kann; manchmal ist das Dreieck sehr klein, manchmal relativ sehr groß. Auch am tierischen Herzen wird der Sehnenfleck in verschiedenen Entwicklungszuständen angetroffen. Der Stelle des Sehnenfleckes entspricht im linken Herzen das Spatium intervalvulare zwischen der hinteren und rechten Aortenklappe, also der Gegend, wo der linke Schenkel des Verbindungsbündels nach links übertritt. Diese Pars tendinea Macula tendinea triangularis des Septum venticulorum bildet eine dünne Stelle des Ventrikelseptum und ist als Pars membranacea septi ventriculorum der Autoren aufzufassen. Der an der rechten Septumwand ober- und hinterhalb des medialen Papillarmuskels liegende Sehnenfleck hat eine dreieckige Gestalt; die Basis liegt an der atrioventrikularen Grenze, die Spitze ist nach abwärts gerichtet; an der hinteren Seite des Dreieckes liegt regelmäßig der rechte Schenkel. Die Stelle ist daher ebenso ein Anhaltspunkt für die Aufsuchung des rechten Schenkels, wie das Spatium intervalvulare einen solchen für die Aufsuchung des linken Schenkels darstellt. Nach aufwärts und hinten zu von dem sehnigen Dreieck in der Richtung gegen den Sinus coronarius, also oberhalb der Basis des medialen Zipfels der Valvula tricuspidalis liegt der Stamm des atrioventrikularen Verbindungsbündels, welcher als kontinuierliche Fortsetzung des rechten Schenkels nach hinten oben erscheint, so daß der Stamm und der rechte Schenkel zusammen der oben erwähnten bogenförmigen Linie in ihren Verlauf folgen (siehe Fig. 11 *st*, *r*). Und von diesem einheitlichen erscheinenden bogenförmigen Strange zweigt bei der Basis des dreieckigen Sehnenfleckes der linke Schenkel scharf nach links ab. Ich möchte auch an dieser Stelle nochmals hervorheben, daß der hintere Anteil des Stammes und der Knoten im derben fibrösen Gewebe eingebettet liegt, wie auch, daß der Anfang des rechten Schenkels, falls die dreieckige Sehnenstelle gut ausgebildet ist, aus dem Sehnengewebe herausgeholt werden muß.)

Die Abbildung, Fig. 12, Taf. III, zeigt den eröffneten linken Ventrikel des menschlichen Herzens. Man gewahrt den linken Schenkel *l* des atrioventrikularen Verbindungsbündels beim Spatium intervalvulare *sp* auf die linke Wand des Septum ventriculorum treten. Im Absteigen wird er immer breiter aber dünner. Er teilt sich in zwei ungleich große Anteile *lv* und *lh*. Der vordere viel breitere Anteil tritt in einen breiten Muskelbalken *vb* ein, welcher von der Septumwand nicht vollkommen losgelöst ist und zur Basis des vorderen Papillarmuskels *pa* zieht. (Der vordere Papillarmuskel ist nur teilweise erhalten.) Der hintere Anteil *l h*,

welcher, wie es scheint, weniger Fasern als der vordere Anteil enthält, begibt sich auf dem Wege eines hinteren Muskelbalkens *hb* zur Basis des hinteren Papillarmuskels *pp*.

Zusammenfassung. Das Verhalten des atrioventrikularen Verbindungsbündels ist, was seine Anordnung, Lagerung und Verlauf anbelangt sowohl am menschlichen als auch am tierischen Herzen im wesentlichen ein gleiches. Auffällige Unterschiede ergeben sich bei Vergleichung der Stärke der Verbindungsbündel der untersuchten Herzen. Beim Kalbe, Rinde, Schafe, Schweine und auch Pferde ist das Verbindungsbündel viel stärker (dicker) als beim Menschen und dem Hunde. Bei letzterem ist auch der Stamm des Verbindungsbündels viel länger als bei den erstgenannten Tieren. Bei diesen scheint der Stamm aus stärkeren, bei jenen aus feineren Faserbündeln aufgebaut.

Beim Menschen und bei allen Tieren ist die zu einer relativ großen dreieckigen Platte geformte Teilungsstelle des Stammes in einem rechten und in einem linken Schenkel auffällig.

Bei allen untersuchten Herzen, den tierischen und menschlichen, beginnt das atrioventrikulare Verbindungsbündel mit einem Faserwerk, das in der Wand des Sinus coronarius und den angrenzenden Teilen des rechten Vorhofes (und in den in der Nähe liegenden Teilen der Wandungen des linken Vorhofes?) wurzelt. Das Faserwerk übergeht stets in ein rundliches oder ovales größeres oder kleineres (Mensch, Hund) Gebilde, den Tawara'schen Knoten, beziehungsweise in das Reticulum von Keith-Flack. Aus den Knoten entwickelt sich der Stamm des Verbindungsbündels, welcher in einer modifizierten Fortsetzung (Septum fibrosum Tawara) der Aortenwand eingebettet ist; seine Lagerung ist stets auf der rechten Seite des oberen Randabschnittes des Septum ventriculorum. (Die Lymphscheide aut., in welcher der Stamm zieht, ist der Kanal in der fortgesetzten Wand der Aortenwurzel, durch welchen der Stamm des Verbindungsbündels zieht.)

An allen Herzen geht der kürzere (Kalb, Schaf, Schwein, Pferd) oder längere (Mensch, Hund) Stamm in eine relativ große dreieckige Platte über, aus welcher der rechte und linke Schenkel des Verbindungsbündels abzweigen.

Der rechte Schenkel nimmt seine Richtung gegen den hinteren Rand der sogenannten Pars membranacea septi ventriculorum (richtiger Processus tendineus aortae) und steigt an der Septumwand bald mehr, bald weniger subendocardial gelagert in einem mäßigen Bogen (mit nach vorwärts gerichteter Konvexität) hinter dem medialen Papillarmuskel abwärts zur Wurzel des schon Leonardo da Vinci bekannt gewesenen trabekulären Hilfsschenkels (Tawara) des vorderen Papillarmuskels und tritt in diesen Muskelbalken ein. In demselben liegt er stets exzentrisch und oft subendocardial. Mit dem Hilfsschenkel erreicht die Basis des vorderen Papillarmuskels und tritt in diesen ein, beziehungsweise er übergeht in ein den Papillarmuskel umstrickendes subendocardiales Geflechtwerk ein. An einigen tierischen Herzen konnte beobachtet werden, daß Zweige des rechten Schenkels auf dem Wege von intraventrikularen Muskelbalken zum hinteren Papillarmuskel gelangten und daselbst in ein subendocardiales Geflechtwerk übergingen. Ebenso konnte in einigen Fällen eine Zweigabgabe des rechten Schenkels zum medialen Papillarmuskel festgestellt werden und wahrscheinlich dürfte dies ein an allen Herzen, den menschlichen und tierischen, konstanter Befund sein. Beim Menschen und beim Hunde ist der rechte Schenkel viel dünner als beim Schafe, Kalbe, Schweine und Pferde; bei ersteren besitzt er meist die Farbe der Herzmuskelfasern, während er bei letzterem einen Stich ins weißliche aufweist.

Der linke Schenkel gelangt zwischen dem oberen Rande des Septum ventriculorum und dem unteren Aortenrand auf die linke Wand des Septum ventriculorum. Linkerseits ist die Übertrittstelle unter dem Endocardium des Spatium intervalvulare (zwischen hinterer und rechter Aortenklappe) gelegen. Beim Pferde wird regelmäßig, beim Schafe, Kalbe und Schweine oft der obere Abschnitt des linken Schenkels von den sogenannten Musculi subaortici (oberflächliche Muskulatur der oberen linken Septumwand, welche bald stark ausgebildet, bald rudimentär sein oder auch fehlen kann) überlagert, weshalb beim Pferde regelmäßig, bei den anderen genannten Tieren allenfalls nur der untere Abschnitt des linken Schenkels subendocardial gelagert ist. Im Gegensatze zum rechten Schenkel, welcher auf dem Querschnitt mehr weniger rundlich ist, stellt der linke Schenkel beim menschlichen und tierischen Herzen gleich von seinem Beginne an, ein zartes, dünnes,

fein gefasertes bandartiges Gebilde dar, welches, während es beim Kalbe, Schafe, Schweine und Pferde weiß ist, beim Menschen und beim Hunde fast die Farbe der Herzmuskelfasern aufweist. Dadurch kommt es, daß bei letzteren, bei welchem sich der linke Schenkel überdies durch seine außerordentliche Zartheit auszeichnet, die tadellose makroskopische Darstellung des linken Schenkels sich schwierig gestaltet. In einem nach abwärts zu sich immer mehr verbreitenden Flusse ziehen die immer feiner werdenden Fasern des linken Schenkels subendocardial an der linken Septumwand herzspitzenwärts, und beiläufig oberhalb der Höhenmitte des Septum ventriculorum teilt sich die fließende Fasermasse, die wie ein Schleier die Septumwand überzieht, in drei Massen, eine vordere, eine mittlere und eine hintere. Die mittlere Fasermasse zieht herzspitzenwärts und entzieht sich bald der Beobachtung mit freiem Auge. Die vordere und hintere Fasermasse schiebt sich mehr weniger zusammen und jede übergeht in je einem von der Septumwand entspringenden Muskel- (Sehnen-)Balken, von welchen der eine zur Basis des vorderen, der andere zur Basis des hinteren Papillarmuskels hintritt. Auf diesem Wege gelangen die vorderen und hinteren Fasermassen des linken Schenkels zum vorderen, beziehungsweise zum hinteren Papillarmuskel, um in ein diese Muskeln umstrickendes subendocardiales Geflechtwerk überzugehen. Wenn die zwei Muskelbalken mittels eines gemeinsames Stammes von der Septumwand abgehen, so tritt auch der linke Schenkel in diesen ein und teilt sich dann mit den Muskelbalken. Beobachtet wurde auch, daß, wenn jeder der genannten Muskelbalken in zwei oder mehrere zerspalten ist, dann auch eine entsprechende Zerspaltung der Fasermassen des linken Schenkels stattfindet.

In Kürze ist das Ergebnis der makroskopischen Darstellung des atrioventrikularen Verbindungsbündels des menschlichen und tierischen Herzens: Das Bündel nimmt mit einem feinsten Faserwerk in der Wandung des Sinus coronarius und wahrscheinlich auch in den benachbarten Wandungsstellen des rechten (und linken?) Vorhofes seinen Anfang; diese Fasermassen bilden ein Netzwerk (Tawara'scher Knoten), aus welchem ein Stamm hervorgeht, der rechterseits an dem oberen Randteile des Septum ventriculorum nach vorne zieht und sich dann in einen rechten und in einen linken Schenkel teilt. Diese gelangen auf dem Wege von intraventrikularen Muskelbalken zu den Papillarmuskeln und übergehen daselbst in ein diese umspinnendes Netzwerk, beziehungsweise bauen sie dieses auf. So wird durch die Fasermassen in erster Linie eine Verbindung der Wandung des Sinus coronarius mit den Papillarmuskeln hergestellt.

Dieses Ergebnis liefert eine Bestätigung der Richtigkeit der Ergebnisse der anatomischen Untersuchungen des Verbindungsbündels durch Aschoff-Tawara und stimmt zu dem von H. E. Hering mitgeteilten Befunde, daß am Hundeherzen die Papillarmuskeln sich vor der Herzbasis kontrahieren und zeigt, daß die Ansicht Dogiels, nach welcher die Existenz des atrioventrikularen Verbindungsbündels am menschlichen und tierischen Herzen zweifelhaft wäre, nicht richtig ist.

Literaturverzeichnis.

1. Braeunig Karl. Über muskulöse Verbindungen zwischen Vorkammer und Kammer bei verschiedenen Wirbeltierherzen. Archiv für Anat. und Physiol.; Physiologische Abteilung, Supplementband, Leipzig 1904.
2. Cohn A. E. On the auriculo-nodal junction. »Heart« Vol. 1, p. 167, 1909.
3. Cohn Alfred E. und Trendelenburg Wilhelm. Untersuchungen zur Physiologie des Übergangsbündels am Säugetierherzen, nebst mikroskopischen Nachprüfungen. Mit 79 Figuren und Tafel I bis V. Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere. (Pflügers Archiv), 131. Band, Bonn 1910.
4. Curran E. J. A constant Bursa in relation with the Bundle of His; with Studies of the auricular Connections of the Bundle 8 Fig. Anat. Record. Vol. 3, Nr. 12, 1909.
5. — A. constant Bursa in relation with the Bundle of His; with Studies of the auricular Connections of the Bundle. Mit 4 Fig. Anatomischer Anzeiger 1910; Band 35, Nr. 4.
6. Dietrich A. Die Elemente des Herzmuskels. Mit 3 Textfiguren. Jena 1910.
7. Dogiel Joh. Die Bedingungen der automatisch-rhythmischen Herzkontraktionen. 3 Taf. und 79 Fig. Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie, Bd. 135, H. 1/4, p. 1 bis 103.
8. Engel Irmgard. Beiträge zur normalen und pathologischen Histologie des Atrioventrikularbündels. Dissert. med. Freiburg, 1910. 8⁰.
9. Fahr. Über die muskulöse Verbindung zwischen Vorhof und Ventrikel (das His'sche Bündel) im normalen Herzen und beim Adams-Stokes'schen Symptomencomplex. Hiezu Taf. XII. Virchow Archiv für pathol. Anat. usw. Band 188, Berlin 1907.
10. — Zur Frage der atrioventrikularen Muskelverbindung im Herzen. Mit Taf. VII und VIII. Verhandlungen der deutschen pathologischen Gesellschaft in Kiel, Jahrgang 1908. Jena 1908 (Ergänzungsheft zum Zentralblatt für allgem. Pathol. und pathol. Anatomie. XIX. Band, Jena 1908).
11. Firket Pierre. De la présence du faisceau interauriculo-ventriculairs (faisceau de His) chez l'homme. 2 Fig. Compt. rend. Assoc. Anatom. 10 Reunion, Marseille 1908.
12. Gaskoll. On the inverration of the heart, with especial reference to the heart of the tortois Journ. of Physiol. 1883.
13. Gérard Georges. Les cordages tendineux des ventricles du coeur. Compl. rend. Assoc. Anatom. 10 Réun., Marseille 1908.
14. Hering H. E. Nachweis, daß das His'sche Übergangsbündel Vorhof und Kammer des Säugetierherzens funktionell verbindet. Pflüger's Archiv, Band 108, 1905.

15. Hering H. E. Die Durchschneidung des Übergangsbündels beim Säugetierherzen. 3. Mitteilung. Archiv für die gesamte Physiologie. Band 111.

16. — (Prag.) Über den Beginn der Papillarmuskelaktion und seine Beziehung zum Atrioventrikularbündel. Mit 1 Textfigur und Taf. X und XI. Archiv für die gesamte Physiologie. 126. Band, Bonn 1909.

17. — Über den Beginn der Papillarmuskelkontraktion und seine Beziehung zum Atrioventrikularbündel. (Vorläufige Mitteilung.) Zentralblatt für Physiologie, Band XXI, Nr. 22, 1908.

18. — Über den Beginn der Papillarmuskelaktion und seine Beziehung zum Atrioventrikularbündel. Archiv für die gesamte Physiologie. Band 126, Bonn 1909.

19. — Die Herzstörungen in ihren Beziehungen zu den spezifischen Muskelsystemen des Herzens. (Die Reizbildungsstörungen und die Reizleitungsstörungen des Herzens.) Verhandlungen der deutschen pathologischen Gesellschaft. 14. Tagung in Erlangen, vom 4. bis 6. April 1910.

20. — Über den normalen Ausgangspunkt der Herztätigkeit und seine Änderung unter pathologischen Umständen. Münchener medizinische Wochenschrift, 27. April 1909, Nr. 17.

21. — Nachweis, daß die Verzögerung der Erregungsüberleitung zwischen Vorhof und Kammer des Säugetierherzens im Tawara'schen Knoten erfolgt. Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere (Pflügers Archiv). 131. Band, Bonn 1910.

22. His W. junior. Die Tätigkeit des embryonalen Herzens und deren Bedeutung für die Lehre von der Herzbewegung beim Menschen. (Mit 4 Abbildungen.) Arbeiten aus der medizinischen Klinik zu Leipzig. Leipzig 1893.

23. Humblet Max. Le faisceau musculaire interauriculo-ventriculaire, lien physiologique entre les oreillettes et les ventricules du coeur. Bull. Acad. de Belgique classe de Sciences 1904, Nr. 6, p. 802—803.

24. Keith Artur und Flack Martin. The auricular-Ventricular Bundle of the Human Heart. 5 Fig. Lancet 1906. Vol. 2, Nr. 6.

25. — The form and nature of the Muscular Connection between the Primary divisions of the Vertebrates Heart. 8 Fig. Journ. of Anat. and Physiol. Vol. 41, London 1907.

26. Keith Arthur. Muscular Connection between the Auricles and Ventricles of the Heart. Journ. of Anat. and Physiol. Vol. 41, London 1907.

27. — The muscular connection between the primary divisions of the Human Heart. — Peculiar neuro-muscular node at the junction of superior vena cava and right auricle. Proc. Anat. Soc. great Britain an Ireland. Jan. 1907. Journal of Anat. and Physiol. 41. Band, London 1907.

28. Keith Artur and Mackenzie Joy. Recent researches on the anatomy of the Heart. Lancet 1910 Vol. I, Nr. 2, p. 101—103.

29. Kent A. F. St. Researches on the structur and function of the mammalians heart. Journ. of physiol. Vol. 14, 1893, p. 233.

30. Knower H. Me. E. An Demonstration of the interventricular Muscle Band of the adult Heart. Anat. Record. Vol. 2, Nr. 5.

31. Koch Walter. Über das Ultimum moriens des menschlichen Herzens. Ein Beitrag zur Frage des Sinusgebietes. 1 Figur im Text. Beiträge zur pathologischen Anatomie und zur allgemeinen Pathologie, begründet von E. Ziegler. Jena 1907.

32. — Über die Blutversorgung des Sinusknotens und etwaige Beziehungen des letzteren zum Atrioventrikularknoten. Münchener medizinische Wochenschrift 1909, Nr. 46.

33. — Weitere Mitteilungen über den Sinusknoten des Herzens. Mit Taf. VI bis VIII und 4 Fig. im Text. Verhandlungen der deutschen pathologischen Gesellschaft in Leipzig 1909. Jena 1909. (Ergänzungsheft zum Zentralblatt für allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie. XX. Band, Jena 1909.)

34. Kopsch Fr. Raubers Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 8. Auflage. Abteilung 3: Muskeln, Gefäße. Leipzig 1909.

35. Lange W. Über das Reizleitungsbündel des Herzens. Sitzungsbericht der Gesellschaft naturforsch. Freunde. Berlin 10. Juni 1907.

36. Mangold E. Die neurogene und myogene Theorie des Herzschlags. München med. Wochenschr. 53. Jahrgang 1906. Nr. 10, p. 441.

37. Mergoni G. B. Il fascio atrio-ventricolare di His. Boll. d. Soc. med. di Parma, Ser. 2, Anno 3, Fasc. 2, p. 14—23.

38. Mönckeberg J. S. Über die sogenannten abnormen Sehnenfäden im linken Ventrikel des menschlichen Herzens und ihre Beziehungen zum Atrioventrikularbündel. Verhandlungen der deutschen pathologischen Gesellschaft in Kiel 1908. Jena 1908. (Ergänzungsheft zum Zentralblatt für allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie. XIX. Band, Jena 1908.)

39. — Untersuchungen über das Atrioventrikularbündel im menschlichen Herzen. 10 Taf. und 4 Fig. Jena 1908.

40. Nicolai Georg Fr. Die tatsächlichen Grundlagen einer myogenen Theorie des Herzschlags. Archiv für Anatomie und Physiologie. Physiologische Abbildung Jahrgang 1910, Leipzig 1910.

41. Pankul E. La faisceau atrio-ventriculaire de His. Compt. rend. Soc. Biol. Tom. 65, Nr. 24, p. 43—45.

42. — Die physiologische Bedeutung des His'schen Bündels. 3 Taf. Zeitschrift für Biologie, 51. Band, München und Berlin 1908.

43. Pepere A. Di alcuni reperti anatomici rari del cuore. Arch. Sc. med., Vol. 33, 1909, Fasc. 6, p. 515—552.

44. Retzer Robert. Über die musculöse Verbindung zwischen Vorhof und Ventrikel des Säugetierherzens. (Hiezu Taf. I bis III). Archiv für Anatomie und Physiologie. Anatomische Abteilung, Jahrgang 1904.

45. — The Atrio-Ventricular Bundle and Purkinjes Fibers. American Journal of Anat. Vol. 6, Nr. 3 (Proc. Assoc. Americ. Anat.).

46. — Some resultats of recent Investigations on the mammalian Heart. Anatom. Record. Vol. II, Nr. 4.

47. Tawara S. Das Reizleitungsseptum des Säugetierherzens. Eine anatomisch-histologische Studie über das Atrioventrikularbündel und die Purkinjeschen Fäden. Mit einem Vorwort von L. Aschoff (Marburg). Mit 5 lithographischen und 5 Lichtdruck-Tafeln, sowie 2 Abbildungen im Text. Jena 1906.

48. Tawara S. Über die sogenannten abnormen Sehnenfäden des Herzens. Ein Beitrag zur Pathologie des Reizleitungsseptums des Herzens. Beiträge zur pathologischen Anatomie und zur allgemeinen Pathologie, begründet von E. Ziegler. 39. Band, Jena 1906.

49. Thorel A. Vorläufige Mitteilung über eine besondere Muskelverbindung zwischen der Cava superior und dem His'schen Bündel. Münchner medizinische Wochenschrift, Jahrgang 1909, Nr. 42, p. 2159.

50. — Über den Aufbau des Sinusknotens und seiner Verbindung mit der Cava superior und den Wenkebach'schen Bündeln. Münchner medizinische Wochenschrift 1910, Nr. 4.

51. Vinci Leonardo da. Fragments, Etudes anatomiques, Recueil E. Paris Rouveyre 1901.

52. Wilson J. S. Newes of the Atrioventricular Bundle. 3 Taf. Proc. of the R. Soc. London, Serie B. Biol. Ser., Nr. 546 (Vol. 81, P. 2).

53. — The Newes of the Atrioventricular Bundle. Anat. Record. Vol. 3, Nr. 4.

54. — Is the Atrio-ventricular Bundle to be reparded as a Neuro-muscular Spindle? Anat. Record Vol. 3, Nr. 4.

Tafel I.

Tafel I.

Fig. 1 und 2 Schafherz. Fig. 3 und 4 Kalbherz.

Buchstabenerklärung:

a = Aorta.
ak = unterer knorpeliger Rand der Aorta.
an = Anfang des atrioventrikularen Verbindungsbündels.
ap = Arteria pulmonalis.
az = Aortenzipf der Valvula bicuspidalis.
b, b_1 = Muskelbalken.
bip und *pi b* = hinteres Segel der Valvula bicuspidalis.
ca = Conus arteriosus.
f = Fischbeinsonde.
hb = hinterer Muskelbalken.
K = Knoten des Verbindungsbündels.
l = linker Schenkel des Verbindungsbündels.
lh, *lv* = hinterer, beziehungsweise vorderer Teilungsast des linken Schenkels des Verbindungsbündels.
LdV = trabeculärer Hilfsschenkel des vorderen Papillarmuskels des rechten Ventrikels sive Leonardo da Vinci'scher Muskelbalken.
pa, *pm*, *pp* = vorderer, medialer, hinterer Papillarmuskel.
r = rechter Schenkel des Verbindungsbündels.
rV = rechter Vorhof.
s = Septum ventriculorum.
s_1 c_1 = Sinus coronarius.
sc = in den Vorhof verlängerte Wand des Sinus coronarius.
st = Stamm des Verbindungsbündels.
th = Teilungsstelle des Verbindungsbündels.
trm = laterales und teilweise mediales Segel der Valvula tricuspidalis.
vb = vorderer Muskelbalken.

Fig. 3

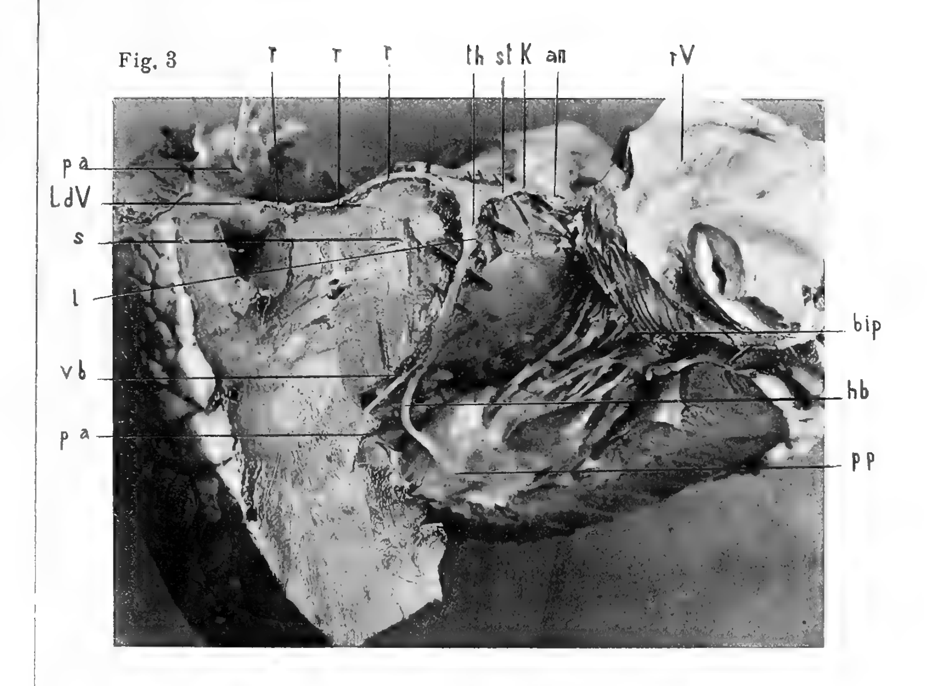


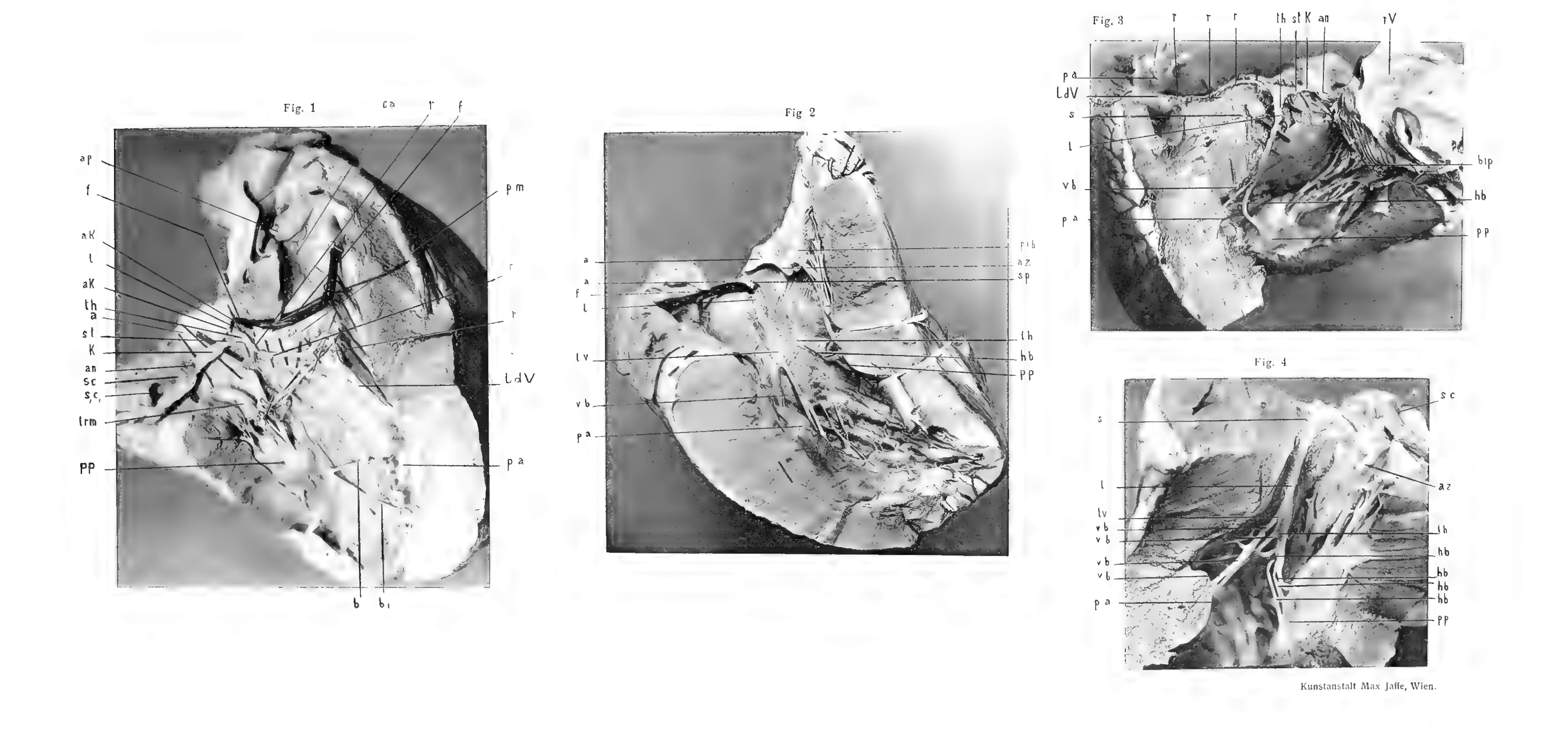
Fig. 4



Kunstanstalt Max Jaffé, Wien.

II.





Kunstanstalt Max Jaffe, Wien.

Tafel II.

Tafel II.

Fig. 5 und 6 Kalbherz. Fig. 7 und 8 Hundeherz.

Buchstabenerklärung:

a = Aorta.
ah, al, ar = hintere, linke, rechte Valvula semilunaris.
ak = unterer knorpeliger Rand der Aorta.
an = Anfang des atrioventrikularen Verbindungsbündels.
ap = Arteria pulmonalis.
az = Aortenzipf der Valvula bicuspidalis.
bip = hinteres Segel der Valvula bicuspidalis.
ca = Conus arteriosus.
hb, h_1b_1 = hinterer Muskelbalken.
K = Knoten des Verbindungsbündels.
l = linker Schenkel des Verbindungsbündels.
lA = linke Auricula.
lh, lv = hinterer, beziehungsweise vorderer Teilungsast des linken Schenkels des Verbindungsbündels.
lV = linker Vorhof.
LdV = trabeculärer Hilfsschenkel des vorderen Papillarmuskels des rechten Ventrikels sive Leonardo da Vinci'scher Muskelbalken.
ma = Musculus subaorticus (Keith u. Flack).
ms = Pars membranacea septi ventriculorum (= Processus tendineus aortae).
pa, pm, pp = vorderer, medialer, hinterer Papillarmuskel.
pac = accessorischer Papillarmuskel.
pap = Processus posterior aortae.
pta = Processus tendineus aortae.
r = rechter Schenkel des Verbindungsbündels.
r_1 = Zweig desselben zum medialen Papillarmuskel.
rA = rechte Auricula.
rV = rechter Vorhof.
s = Septum ventriculorum.
sc = Sinus coronarius.
s_1c_1 = in den Vorhof verlängerte Wand des Sinus coronarius.
sp = Spatium intervalvulare.
s, st = Stamm des Verbindungsbündels.
th = Teilungsstelle des Verbindungsbündels.
tra, trl = vorderes, laterales (hinteres) Segel der Valvula tricuspidalis.
vb = vorderer Muskelbalken.
vd, vs = Ventriculus dexter und V. sinister.

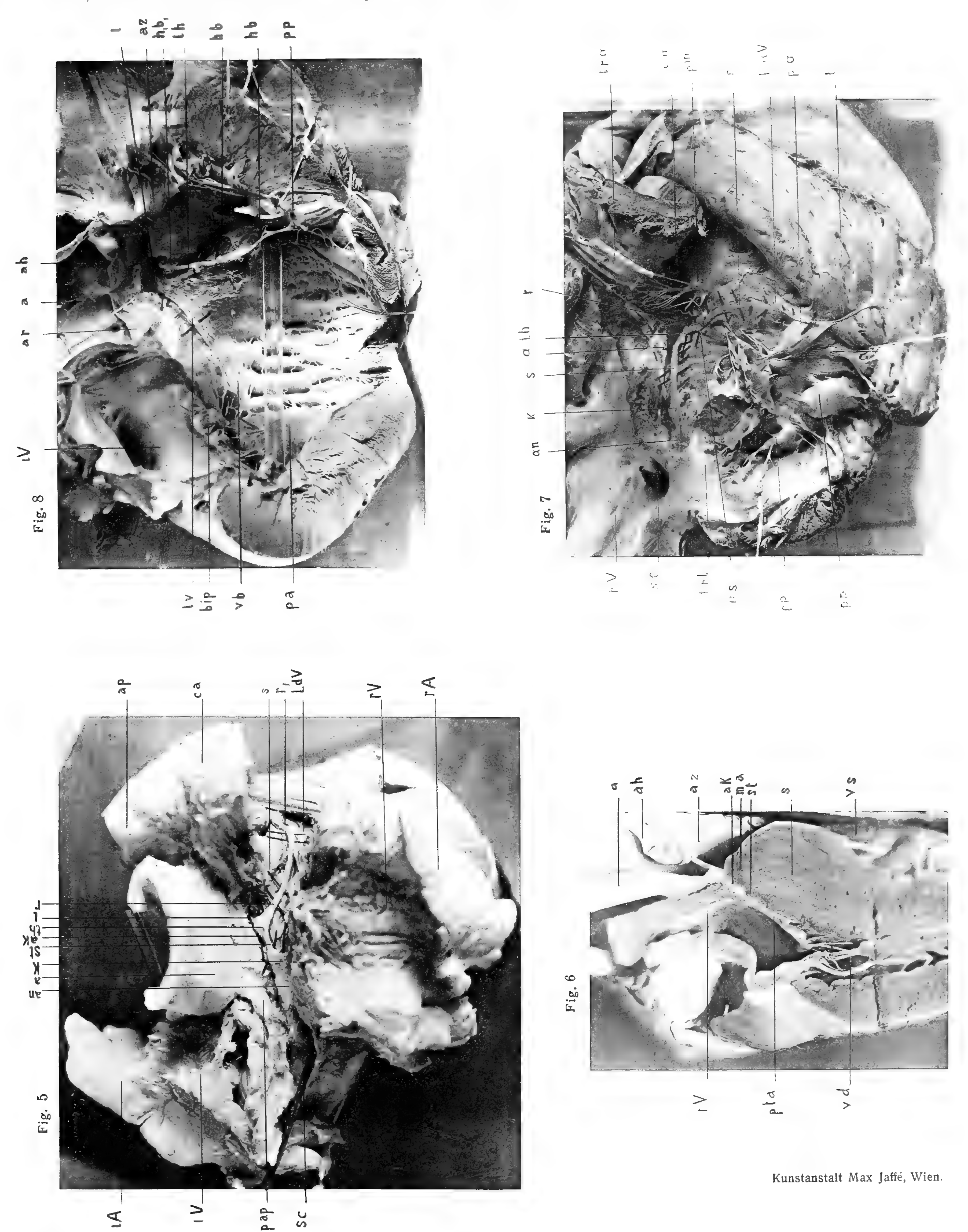


Fig. 8

Fig. 7

Fig. 5

Fig. 6

Kunstanstalt Max Jaffé, Wien.

Tafel III.

Tafel III.

Fig. 9, 10, 11 und 12 Menschenherz.

Buchstabenerklärung:

a = Aorta.
ah, al, ar = hintere, linke, rechte Valvula semilunaris.
an = Anfang des atrioventrikularen Verbindungsbündels.
ap = Arteria pulmonalis.
az = Aortenzipf der Valvula bicuspidalis.
bip = hinteres Segel der Valvula bicuspidalis.
ca = Conus arteriosus.
fo = Fovea ovalis.
hb = hinterer Muskelbalken.
K = Knoten des Verbindungsbündels.
l = linker Schenkel des Verbindungsbündels.
lh, lv = hinterer, beziehungsweise vorderer Teilungsast des linken Schenkels des Verbindungsbündels.
lV = linker Vorhof.
LdV = trabeculärer Hilfsschenkel des vorderen Papillarmuskels des rechten Ventrikels sive Leonardo da Vinci'scher Muskelbalken.
ms = Pars membranacea septi ventriculorum (= Processus tendineus aortae).
pa, pm, pp = vorderer, medialer, hinterer Papillarmuskel.
pac = accessorischer (auch medialer) Papillarmuskel.
r = rechter Schenkel des Verbindungsbündels.
rV = rechter Vorhof.
sc = Sinus coronarius; bei Fig. 9 auch die in den Vorhof verlängerte Wand des Sinus coronarius.
sp = Spatium intervalvulare.
st = Stamm des Verbindungsbündels.
th = Teilungsstelle des Verbindungsbündels.
tra, trh, trm = vorderes, laterales (hinteres) mediales Segel der Valvula tricuspidalis.
vb = vorderer Muskelbalken.

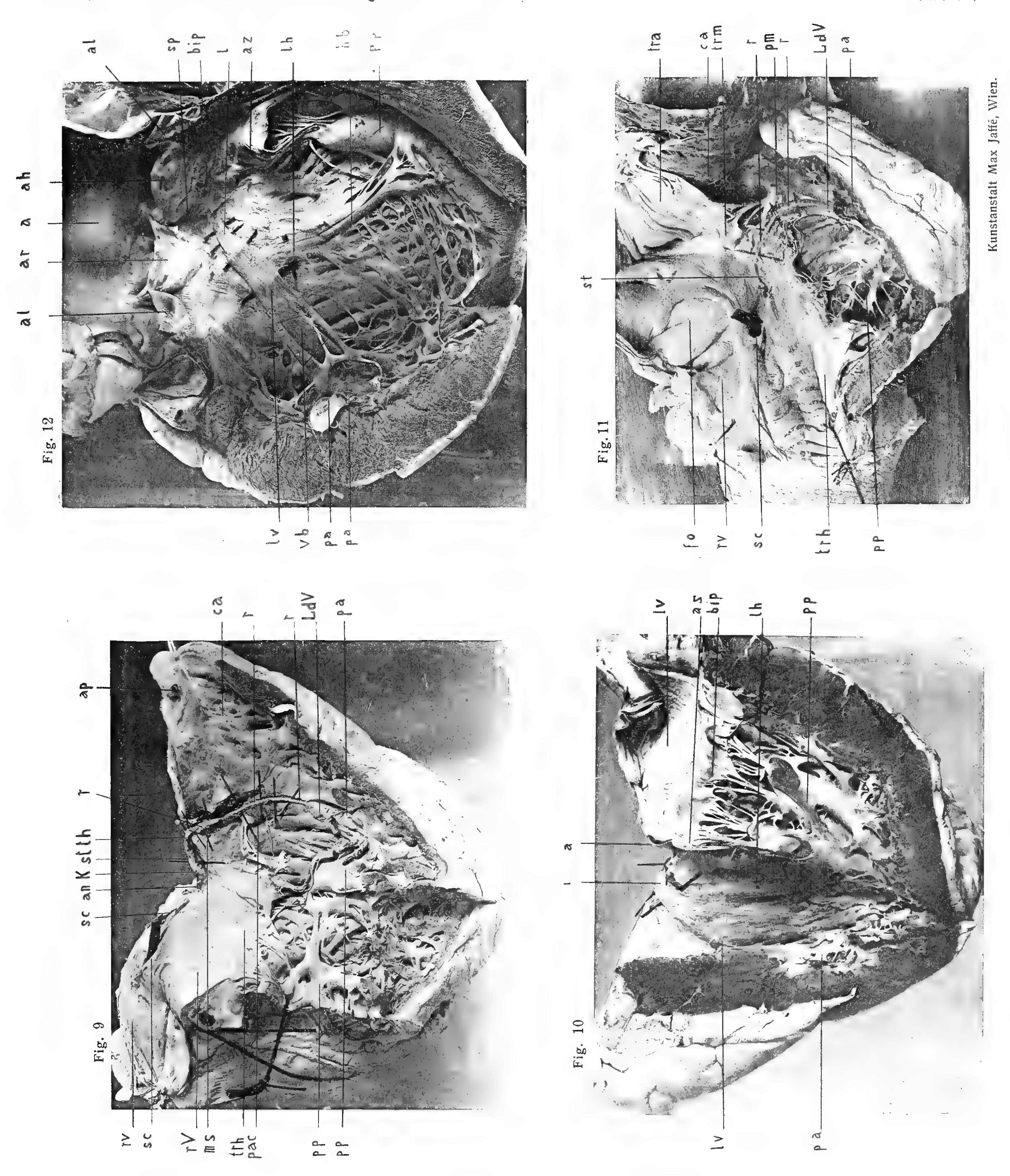


Fig. 12

Fig. 11

Fig. 9

Fig. 10

Kunstanstalt Max Jaffé, Wien.

ÜBER DIE EIGENBEWEGUNGEN DER FIXSTERNE

KRITIK DER ZWEISCHWARMHYPOTHESE

VON

S. OPPENHEIM

KAROLINENTHAL, PRAG.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 23. MÄRZ 1911.

Die bisher bekannten Methoden, die zur Bestimmung des Zielpunktes der Bewegung der Sonne im Raume aufgestellt und auch auf Grund des gegebenen Materials an bekannten Eigenbewegungen von Fixsternen numerisch verwertet wurden, haben alle das gemeinsame, daß sie die Reste, die bei der zur Trennung der wahren Bewegungen der Sterne von der Sonnenbewegung durchgeführten Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate übrigbleiben, mit den wahren oder Spezialbewegungen der Sterne identifizieren. Indem dann für sie nach Art der bei jeder Ausgleichung übrigbleibenden, sogenannten zufälligen Fehler das Gauß'sche Fehlergesetz gelten muß, liegt allen diesen Methoden implizite die Hypothese zugrunde, daß die Spezialbewegungen der Sterne weder ihrer Richtung noch ihrer Größe nach einen systematischen Charakter haben oder daß sich die Sterne so durcheinanderbewegen wie die Moleküle eines Gases, deren Bewegungen das Maxwell'sche Verteilungsgesetz beherrscht. Erst in den letzten Jahren haben die Untersuchungen einerseits von Kobold,[1] anderseits von Kapteyn[2] Zweifel an der Zulässigkeit dieser Hypothese entstehen lassen. Es zeigte sich nämlich, daß in den Spezialbewegungen der Sterne doch eigentümliche Regelmäßigkeiten oder Gesetzmäßigkeiten auftreten, die man am besten dahin deuten zu können glaubte, als ob es im Raume neben der Bewegungsrichtung der Sonne noch eine Reihe anderer ausgezeichneter Bewegungsrichtungen gebe, denen die Sterne mit Vorliebe folgen. Speziell Herr Kapteyn stellte die neue Hypothese auf, daß das ganze System der Fixsterne aus zwei Schwärmen bestehe, deren Bewegungen ganz unabhängig voneinander vor sich gehen und die sich gegenseitig so durchsetzen, wie die Moleküle zweier selbst ganz verschiedenartiger Gase sich gegenseitig durchdringen und für den Fall des Gleichgewichtes der Druck in jedem Punkte gleich ist der Summe der Druckkräfte, welche von jedem Gase für sich ausgeübt werden. Ist diese Hypothese richtig, dann ist die Bewegung der Sterne nicht mehr von der Bewegung der Sonne allein abhängig, man hat auch nicht mehr von der Bestimmung des Zielpunktes dieser Bewegung allein zu sprechen, vielmehr erweitere sich die

[1] Kobold, Der Bau des Fixsternsystems. Braunschweig 1906.

[2] Kapteyn, On Star-Streaming. Report of the British Association for Advancement of Sciences 1905. Referat im Bulletin astronomique. Paris 1906, p. 480.

zu lösende Aufgabe dahin, die Bewegungsrichtungen beider Sternschwärme gegeneinander und relativ zur Sonne aus den beobachteten Eigenbewegungen der Sterne festzulegen.

Der erste, welcher diese neue Anschauung Kapteyn's einer mathematischen Behandlung unterwarf, war Herr Eddington[1] in Greenwich. Das Material zur Durchführung der Rechnung lieferte ihm die an der Sternwarte in Greenwich vorgenommene Neubearbeitung des Sternkataloges von Groombridge. Die aus ihr abgeleiteten Eigenbewegungen der Fixsterne, die auf Beobachtungen von

Groombridge	aus den Jahren	1806 bis 1814
Radcliffe	» » »	1845 » 1851
Greenwich	» » »	1890 » 1896

beruhen, besitzen einen ziemlich hohen Grad von Genauigkeit. Eine zweite Rechnung Eddington's umfaßt die Eigenbewegungen der Sterne in dem »Preliminary General Catalogue« von 6188 Sternen des Professsors Boss.

Die Annahme, von der Herr Eddington bei seinen neuen Berechnungen ausgeht, ist die, daß das Maxwell'sche Gesetz von der zufälligen Verteilung der Geschwindigkeiten nicht für das System der Fixsterne im ganzen, sondern einzeln innerhalb eines jeden der zwei einander durchdringenden Sternschwärme gilt. Die Ergebnisse, zu denen er auf Grund dieser Annahme gelangt, sind die folgenden:

a) Bewegungsrichtung des Schwarms I:	aus den	Groombridge-Sternen	$\alpha = 90°$	$\delta = -19°$
	» »	Boss-Sternen . . .	$\alpha = 91$	$\delta = -15$
b) » » » II:	» »	Groombridge-Sternen	$\alpha = 292$	$\delta = -58$
	» »	Boss-Sternen . . .	$\alpha = 288$	$\delta = -64$
c) relative Bewegung der beiden Schwärme gegeneinander	» »	Groombridge-Sternen	$\alpha = 95$	$\delta = +3$
	» »	Boss-Sternen . . .	$\alpha = 94$	$\delta = +12$

und endlich die Bewegungsrichtung der Sonne, relativ gegen einen Punkt, um den sich die Geschwindigkeiten der Sterne symmetrisch gruppieren (etwa den Schwerpunkt)

aus den Groombridge-Sternen	$\alpha = 267°$	$\delta = +30°$
» » Boss-Sternen . . .	$\alpha = 267$	$\delta = +36°$.

Gegen diese Hypothese Kapteyn-Eddington's erhob Herr Schwarzschild[2] in Potsdam den Einwand, daß sie mit der Vorstellung von der Einheitlichkeit des ganzen Milchstraßensystems schwer vereinbar sei, einer Vorstellung, die besonders durch die Untersuchungen von Seeliger in München fest begründet erscheine. Herr Schwarzschild stellt ihr eine zweite, wesentlich von ihr verschiedene Hypothese entgegen. Ihr Hauptinhalt besteht darin, dem Raum eine Art krystallinischen Gefüges zuzuschreiben, derart, daß die Geschwindigkeiten in ihm zwar nach verschiedenen Richtungen hin verschieden verlaufen, aber doch so weit gesetzmäßig, wie etwa die Ausbreitung des Lichtes in Krystallen nicht kugelförmig, sondern ellipsoidisch vor sich geht. Die Hauptachsen des Geschwindigkeitsellipsoides stellen die ausgezeichneten Bewegungsrichtungen vor, die von den Sternen mit Vorliebe begangen werden.

Die Darstellung der beobachteten Abweichungen in der Verteilung der Eigenbewegungen der Fixsterne von der rein zufälligen und dem Maxwell'schen Gesetze entsprechenden und daher auch die

---

[1] Eddington, The systematic motions of the stars«: Monthly Notices of the R. A. S. 1907, p. 34, und The systematic motions of the stars of Prof. Boss Preliminary General-Catalogue. In Monthly Notices 1910, p. 4.

[2] Schwarzschild: »Über die Eigenbewegungen der Fixsterne«. Nachrichten der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften. Göttingen 1907, p. 614.

Darstellungen der in den Spezialbewegungen konstatierten Gesetzmäßigkeiten ist nach beiden Hypothesen, der Kapteyn-Eddington'schen wie der Schwarzschild'schen, eine gleich gute und daher ein Schluß, welcher von beiden Hypothesen vor der anderen der Vorzug zu geben sei, heute noch unmöglich.

Indes ist weder die eine noch die andere Hypothese zur Erklärung dieser Gesetzmäßigkeiten notwendig. Es genügt zu demselben Zwecke noch eine einfachere Voraussetzung, als es die beiden Hypothesen sind, eine Voraussetzung, welche diese Gesetzmäßigkeiten in eine Analogie bringt mit jenen, die sich im geozentrischen Laufe der kleinen Planeten zeigen, die sich in Form eines Schwarmes zwischen Jupiter und Mars bewegen. Es ist klar, daß in den geozentrischen Bewegungen des Schwarms der kleinen Planeten sowohl was die Größe dieser Eigenbewegungen als auch was die Zahl der Planeten in ihrer Abhängigkeit von den einzelnen Rektaszensionsstunden anlangt, Gesetzmäßigkeiten vorhanden sein müssen. Wenn nunmehr nachgewiesen werden kann, daß diese Gesetzmäßigkeiten nahezu den gleichen Charakter besitzen wie die in den Spezialbewegungen der Sterne konstatierten, so erscheint damit eine neue Anschauung zur Erklärung dieser Gesetzmäßigkeiten begründet, die durch die Worte ausgedrückt werden kann: Das System der Fixsterne hat man als ein System zu betrachten, dessen Bewegungen einzig durch die zwischen seinen einzelnen Gliedern wirkenden und vielleicht dem Newton'schen Gesetze gehorchenden Anziehungskräfte geregelt werden.

§ 1. Die Gyldén'sche Methode zur Bestimmung des Zielpunktes der Sonnenbewegung.

Der Grundgedanke der folgenden Untersuchung geht auf Gyldén[1] zurück. Gyldén war der erste, der auf die Analogie hinwies, welche einerseits zwischen der Berechnung des Apex der Sonnenbewegung aus den beobachteten Eigenbewegungen der Fixsterne und anderseits der Möglichkeit einer Bestimmung der Bewegungsrichtung der Erde aus den Beobachtungen über den geozentrischen Lauf der kleinen Planeten bestehe. Auf Grund dieser Analogie stellte er ein recht einfaches Verfahren auf, den Zielpunkt der Sonnenbewegung zu berechnen. Es besteht darin, die Eigenbewegungen der Sterne in eine nach den sphärischen Koordinaten der Rektaszension und Deklination fortschreitende Reihe zu entwickeln. Die von den sphärischen Funktionen erster Ordnung abhängigen Glieder charakterisieren sodann die gesuchte Apexbewegung. Ganz in derselben Art würden, wenn man die geozentrische Bewegung der kleinen Planeten für einen bestimmten Tag eines Jahres in eine analoge Reihe entwickelt, deren Glieder erster Ordnung die Bewegung der Erde an diesem Tage ihrer Richtung nach festlegen.

Indem nun Gyldén zur Vereinfachung der Untersuchung, die als erste mehr den Charakter einer vorbereitenden als einer abschließenden haben sollte, nur Sterne in Betracht zieht, die in einer so engen Zone liegen, daß ihre Deklinationen ohne merklichen Fehler als konstant angesehen werden können und er daher nur die Eigenbewegungen in Rektaszension berücksichtigt, verwandelt sich ihm die im allgemeinen Falle nach Kugelfunktionen fortschreitende Reihe in eine einfache Fourier'sche Entwicklung, deren einzelne Glieder sin und cos von Vielfachen der Rektaszension sind.

Als Beispiel einer derartigen Reihe gibt Gyldén die folgende an, als Mittel von vier Reihen von aus verschiedenen Katalogen entnommenen Eigenbewegungen von Fixsternen:

$$
\begin{aligned}
\cos\delta\,\Delta\alpha = & -2''40 & = & -2''40 \\
& +5{\cdot}81\cos\alpha + 0''40\sin\alpha & & +5{\cdot}82\cos(\alpha - 3^\circ 56') \\
& -1{\cdot}21\cos 2\alpha - 0{\cdot}40\sin 2\alpha & & +1{\cdot}27\cos(2\alpha - 198\;17) \\
& -0{\cdot}67\cos 3\alpha + 0{\cdot}66\sin 3\alpha & & +1{\cdot}02\cos(3\alpha - 135\;26) \\
& -0{\cdot}04\cos 4\alpha - 1{\cdot}46\sin 4\alpha & & +1{\cdot}46\cos(4\alpha - 269\;50) \\
& +0{\cdot}16\cos 5\alpha + 0{\cdot}50\sin 5\alpha & & +0{\cdot}53\cos(5\alpha - 72\;17) \\
& +0{\cdot}29\cos 6\alpha & & +0{\cdot}29\cos 6\alpha
\end{aligned}
$$

(Zeiteinheit, 100 Jahre).

[1] Gyldén, Antydningar om lagbundenheit i Sternjornas rörelser. Berichte der kgl. Akademie der Wissenschaften, Stockholm 1872. Referat. Vierteljahrschrift der astronomischen Gesellschaft, Leipzig 1874, p. 173.

Das erste vom cos des einfachen Winkels α abhängige Glied gibt für den Apex der Sonnenbewegung die Richtung an, die aus der Gleichung

$$\cos(\alpha - 3^\circ\ 56') = 0$$

gefunden wird, zu

$$\alpha = 93^\circ\ 56' \text{ beziehungsweise } 273^\circ\ 56'$$

welcher Wert mit den nach anderen Methoden gefundenen in guter Übereinstimmung steht. Gleichzeitig leitet er aus den geozentrischen Bewegungen der kleinen Planeten für den 21. März 1868 die Reihe ab:

$$\begin{aligned}
\cos\delta\Delta\alpha = &+ 9{\cdot}59 & &= + 9{\cdot}59 \\
&+17{\cdot}56 \cos\alpha + 2{\cdot}75 \sin\alpha & &+17{\cdot}77 \cos(\alpha - 8^\circ\ 54') \\
&- 2{\cdot}49 \cos 2\alpha + 0{\cdot}22 \sin 2\alpha & &+ 2{\cdot}50 \cos(2\alpha - 174\ \ 57) \\
&+ 1{\cdot}25 \cos 3\alpha + 1{\cdot}35 \sin 3\alpha & &+ 1{\cdot}84 \cos(3\alpha - 47\ \ 12) \\
&+ 0{\cdot}08 \cos 4\alpha - 1{\cdot}30 \sin 4\alpha & &+ 1{\cdot}30 \cos(4\alpha - 273\ \ 32) \\
&- 0{\cdot}84 \cos 5\alpha - 0{\cdot}01 \sin 5\alpha & &+ 0{\cdot}84 \cos(5\alpha - 180\ \ 41) \\
&- 0{\cdot}41 \cos 6\alpha & &+ 0{\cdot}41 \cos(6\alpha - 180^\circ) \quad \text{(Zeiteinheit 1 Tag)}
\end{aligned}$$

und zieht aus ihr, indem er nur wieder das erste vom cos des einfachen Winkels abhängige Glied berücksichtigt, folgende Schlüsse:

1. Die Erde bewegt sich am 21. März gegen einen Punkt, dessen Rektaszension, abgeleitet aus der Gleichung $\cos(\alpha - 8^\circ\ 54') = 0$, zu $\alpha = 278^\circ\ 54'$ folgt und nur um etwa 1° fehlerhaft ist.

2. Die Rektaszension der Sonne oder des Zentralpunktes, um den die Planeten sich bewegen, berechnet aus der Gleichung $\cos(\alpha - 8^\circ\ 54') = 1$ zu $\alpha = 8^\circ\ 54'$, erscheint mit einem Fehler von etwa 6° behaftet.

3. Nahe mit den wahren Verhältnissen übereinstimmend, ergibt sich für die mittlere Entfernung der kleinen Planeten von der Sonne ein Wert, der etwa dreimal so groß ist wie die Entfernung zwischen Erde und Sonne, nämlich

$$\sqrt{\left(\frac{17{\cdot}77}{9{\cdot}59}\right)^3} = 2{\cdot}5 \text{ approximativ} = 3.$$

Unwillkürlich drängt sich hier nun die Frage auf, ob denn die in den beiden Reihen auftretenden höheren Glieder gar keine reale Bedeutung besitzen und eben bloß zufälligen Umständen, wie Unregelmäßigkeiten in der Verteilung der Planeten oder Fixsterne oder Ungenauigkeiten in den zu ihrer Berechnung verwendeten numerischen Daten, oder zufälligen Fehlern irgendwelcher anderen Art ihre Entstehung verdanken oder ob ihnen im Gegenteil eine reale Bedeutung zuzuschreiben ist und, wenn dies der Fall sein sollte, worin diese besteht. Leider gibt Gyldén auf diese Frage keine entscheidende Antwort. Einerseits meint er, daß diese Glieder verschwinden müßten, wenn die Spezialbewegungen der Sterne vollständig regellos, das heißt dem Maxwell'schen Verteilungsgesetze entsprechend, verlaufen, und daher, wenn sie dennoch vorhanden sind, nur aus zufälligen Fehlern entspringen. Anderseits kann er sich doch der Ansicht nicht entschlagen, daß beide Reihen, abgesehen von den verschiedenen Zeiteinheiten (in der ersten ein Jahrhundert, in der zweiten ein Tag) und ebenso von den verschiedenen Maßeinheiten (Bogensekunden und Bogenminuten), in ihrem Baue eine auffallende Ähnlichkeit zeigen, die sich namentlich in einer Regelmäßigkeit in der Abnahme der einzelnen Glieder, das heißt in der schwachen Konvergenz derselben, kundgibt, und daß dies darauf hindeute, daß bei der Bildung der beiden Reihen nicht der Zufall allein mitspielte; sondern wohl auch eine Gesetzmäßigkeit vorhanden sein müsse. Ist dies aber der Fall, so würde dies heißen, daß die beobachteten Sterne einem System angehören, das nach Art der Planeten einer Zentralkraft unterliegt, und daß der Zentralkörper oder auch der Zentralpunkt in einer Richtung zu

suchen sei, deren Rektaszension mit der der Sonne in der zweiten Hälfte des März zusammenfällt. Der Nachweis dieser Gesetzmäßigkeiten, das heißt der Nachweis der Realität der höheren Glieder in den zwei Reihen, sei gleichbedeutend mit einer wichtigen stellar-astronomischen Entdeckung, wenn auch durch sie noch kein Beweis für die Zentralbewegung der Sterne gegeben erscheine.

Um die angeregte Frage zu entscheiden, liegt vorerst der Gedanke nahe, die durch die einzelnen Glieder in der Fourier'schen Entwicklung gegebenen Richtungen als mehrfache von den Sternen bevorzugte Bewegungsrichtungen aufzufassen. Es kommt diese Anschauung der Hypothese gleich, als ob jedes Glied der Reihe einen speziellen Schwarm von Sternen charakterisieren und daher das System aller Fixsterne sich nicht im Kapteyn-Eddington'schen Sinne bloß aus zweien, sondern aus mehreren bestimmte Himmelsrichtungen in ihren Bewegungen vorziehenden Schwärmen zusammensetzen würde. Tatsächlich gibt neben der durch das erste Glied aus der Gleichung $\cos(\alpha - 3° 56') = 0$ zu $\alpha = 273° 56'$ abgeleiteten Bewegungsrichtung der Sonne das zweite, vom cos des doppelten Winkels α abhängige Glied aus

$$\cos(2\alpha - 198° 17') = 1$$
$$2\alpha - 198 \quad 17 = 0$$

folgend, die neue Richtung

$$\alpha = 99° 8'$$

an, welche von der von Eddington gefundenen relativen Bewegungsrichtung der beiden Schwärme gegeneinander, wie p. 2 angeführt wurde

$$\alpha = 94°$$

nur um wenige Grade abweicht. Damit gewinnt diese neue Hypothese an Gewicht und, um die Bewegungsrichtungen aller den einzelnen Gliedern der Fourier'schen Entwicklung entsprechenden Sternschwärme aufzufinden, hätte man nur die Eigenbewegungen der Fixsterne in eine nach Kugelfunktionen von Rektaszension und Deklination fortschreitende Reihe zu entwickeln. Die einzelnen Glieder dieser Reihe würden sodann mit einer Genauigkeit, die im umgekehrten Verhältnisse zum Range oder zur Ordnungszahl des Gliedes steht, je einen Schwarm von parallel sich bewegenden Sternen charakterisieren.

Indes, abgesehen davon, daß eine solche Darstellung auf Grund des heute gegebenen Materials an bekannten Eigenbewegungen von Fixsternen heute noch nicht möglich ist, hätte man doch zunächst die Frage zu beantworten, welche Bedeutung die in den höheren Gliedern der Reihe für die Planeten auftretenden Koeffizienten und Winkelgrößen haben. Sind diese Glieder nur aus zufälligen Umständen, wie etwa Unregelmäßigkeiten in der heliozentrischen Verteilung der Planeten, oder Ungenauigkeiten in der zur Berechnung verwendeten numerischen Daten über ihre geozentrische Bewegung entstanden oder, im Gegenteil gruppiert sich das ganze System der kleinen Planeten in ähnlicher Weise wie das System der Fixsterne aus mehreren jedem einzelnen Gliede der Fourier'schen Entwicklung entsprechenden Teilschwärmen und, wenn dies der Fall ist, welche Bedeutung haben dann die verschiedenen Schwarmrichtungen gegenüber der einen Hauptrichtung, die in diesem System gegeben ist, nämlich der Richtung nach der Sonne oder dem Zentralkörper?

§ 2. Die geozentrische Bewegung der kleinen Planeten.

Zur Entscheidung dieser Frage entnahm ich dem Berliner Jahrbuch für 1890, das noch die Jahresephemeriden der kleinen Planeten für das Jahr 1888 enthält, die geozentrischen $\cos\delta\,\Delta\alpha$ für folgende vier Zeitepochen:

1. 1888 Jänner 7.	aus dem	20 tägigen	Intervalle	Jänner	7—27
2. 1888 Mai 6.	»	»	»	Mai	6—26
3. 1888 September 3.	»	»	»	September	3—23
4. 1888 Dezember 12.	»	»	»	Dezember	12—32

und leitete aus ihnen die nachstehenden 12 Mittelwerte für je zwei zu zwei Stunden ab:

	1. 1888 Jänner 7	2. 1888 Mai 6.	3. 1888 Sept. 3.	4. 1888 Dez. 12.
0^h	$+26^m671$	$+27^m680$	-15^m129	$+17^m560$
2	+16·647	+29·641	− 5·769	+ 4·915
4	+ 0·250	+34·806	+ 8·164	−11·430
6	−11·044	+30·904	+22·130	−17·940
8	−17·682	+25·532	+26·900	−12·073
10	−10·753	+13·989	+30·111	− 0·645
12	+ 4·872	− 0·088	+29·200	+13·782
14	+16·117	−12·562	+28·220	+23·284
16	+25·787	−16·481	+22·687	+30·900
18	+33·904	−11·200	+13·638	+34·278
20	+33·790	+ 4·625	− 0·336	+34·056
22	+28·733	+17·963	−11·211	+25·862

Zeiteinheit = 20 Tage, Maßeinheit = Zeitminute.

Die aus diesen Zahlen berechneten Fourier'schen Reihen lauten:

1. 1888 Jänner 7.:

$$\begin{aligned}\cos\delta\,\Delta\alpha = &+12^m2743 &&= +12^m2743\\ &+11\cdot5706\cos\alpha - 21^m8530\sin\alpha &&+24\cdot7271\cos(\alpha - 297^\circ\ 54'0)\\ &+\ 2\cdot1637\cos2\alpha + 3\cdot5670\sin2\alpha &&-\ 4\cdot1719\cos(2\alpha - 248\ \ 45\cdot5)\\ &-\ 0\cdot6893\cos3\alpha + 0\cdot9987\sin3\alpha &&+\ 1\cdot2135\cos(3\alpha - 124\ \ 36\cdot8)\\ &+\ 1\cdot3264\cos4\alpha + 0\cdot7075\sin4\alpha &&-\ 1\cdot5033\cos(4\alpha - 208\ \ 4\cdot7)\\ &+\ 0\cdot0183\cos5\alpha + 0\cdot3777\sin5\alpha &&+\ 0\cdot3781\cos(5\alpha - 87\ \ 13\cdot5)\\ &+\ 0\cdot0070\cos6\alpha &&+\ 0\cdot0070\cos6\alpha\end{aligned}$$

2. 1888 Mai 6.:

$$\begin{aligned}\cos\delta\,\Delta\alpha = &+12^m0599 &&= +12^m0599\\ &+13\cdot8379\cos\alpha + 20^m6441\sin\alpha &&+24\cdot8530\cos(\alpha - 56^\circ\ 10'0)\\ &+\ 1\cdot3529\cos2\alpha - 4\cdot0250\sin2\alpha &&-\ 4\cdot2464\cos(2\alpha - 108\ \ 34\cdot6)\\ &-\ 0\cdot4353\cos3\alpha - 0\cdot6309\sin3\alpha &&+\ 0\cdot7665\cos(3\alpha - 235\ \ 23\cdot7)\\ &-\ 0\cdot2359\cos4\alpha - 0\cdot5831\sin4\alpha &&-\ 0\cdot6290\cos(4\alpha - 67\ \ 58\cdot4)\\ &+\ 0\cdot4814\cos5\alpha - 0\cdot2229\sin5\alpha &&+\ 0\cdot5305\cos(5\alpha - 335\ \ 9\cdot3)\\ &+\ 0\cdot6190\cos6\alpha &&+\ 0\cdot6100\cos6\alpha\end{aligned}$$

3. 1888 September 3.:

$$\begin{aligned}\cos\delta\,\Delta\alpha = &+12^m3838 &&= +12^m3838\\ &-21\cdot7384\cos\alpha + 3^m8614\sin\alpha &&+22\cdot0790\cos(\alpha - 169^\circ\ 55'7)\\ &-\ 4\cdot9548\cos2\alpha + 1\cdot1313\sin2\alpha &&-\ 5\cdot0822\cos(2\alpha - 347\ \ 8\cdot3)\\ &-\ 0\cdot4283\cos3\alpha - 0\cdot1932\sin3\alpha &&+\ 0\cdot4699\cos(3\alpha - 204\ \ 16\cdot7)\\ &+\ 0\cdot0760\cos4\alpha - 0\cdot1062\sin4\alpha &&-\ 0\cdot1306\cos(4\alpha - 125\ \ 35\cdot3)\\ &+\ 0\cdot0022\cos5\alpha + 0\cdot1914\sin5\alpha &&+\ 0\cdot1914\cos(5\alpha - 89\ \ 20\cdot3)\\ &-\ 0\cdot4694\cos6\alpha &&-\ 0\cdot4694\cos6\alpha\end{aligned}$$

4) 1888 Dezember 12.:

$$
\begin{aligned}
\cos\delta\,\Delta\alpha = &+11^{m}8792 & &= +11^{m}8792 \\
&+ 2\cdot1210\cos\alpha - 25^{m}2107\sin\alpha & &+25\cdot3065\cos(\alpha - 274^\circ\ 48'5) \\
&+ 3\cdot4977\cos2\alpha + 0\cdot0671\sin2\alpha & &- 3\cdot4983\cos(2\alpha - 181\quad 5\cdot9) \\
&- 0\cdot0033\cos3\alpha + 1\cdot2237\sin3\alpha & &+ 1\cdot2237\cos(3\alpha - 90\quad 9\cdot3) \\
&+ 0\cdot0411\cos4\alpha + 0\cdot7926\sin4\alpha & &- 0\cdot7937\cos(4\alpha - 267\quad 1\cdot7) \\
&- 0\cdot2282\cos5\alpha + 0\cdot3253\sin5\alpha & &+ 0\cdot3975\cos(5\alpha - 125\quad 3\cdot0) \\
&+ 0\cdot2535\cos6\alpha & &+ 0\cdot2535\cos6\alpha
\end{aligned}
$$

Die Glieder erster Ordnung in diesen Reihen bestätigen das Gyldén'sche Resultat. Sie bestimmen die Bewegungsrichtung der Erde für den angegebenen Tag oder die Rektaszension der Sonne mit der gleichen Genauigkeit, wie es in der Gyldén'schen Reihe der Fall ist, nämlich

1. 1888	Jänner 7. . . .	α = 297° 54'0	α der Sonne für die Mitte der Zeit: Jänner 17. . .	= 299°
2.	Mai 6.	= 56 10·0	» » » » » » » Mai 16.	= 52
3.	September 3. .	= 169 55·7	» » » » » » » September 13. .	= 171
4.	Dezember 12. .	= 274 48·5	» » » » » » » Dezember 22. .	= 271

Ebenso folgen aus ihnen für die mittlere tägliche Bewegung der Erde, sie sei mit μ_0 bezeichnet, die Werte:

1. 297° 54'0		
2. 56 10·0	Differenz 118° 16'0 für eine Zwischenzeit von 120 Tagen, daher	μ_0 = 59'14
3. 169 55·7	» 113 45·7 » » » » 120 » »	= 56·88
4. 274 48·5	» 104 52·8 » » » » 100 » »	= 62·93

im Mittel $\mu_0 = 59'65$,

welcher Mittelwert mit dem wahren Werte, der bekanntlich $\mu_0 = 59'14$ ist, so weit übereinstimmt, als es dem Grade der Genauigkeit entspricht, mit der diese Winkel die Rektaszension der Sonne wiedergeben.

Führt man diese Rechnung auch mit den in den Gliedern der höheren Ordnung auftretenden Winkelgrößen durch, so ergibt sich das gleiche Resultat, nur daß die Abweichungen der gerechneten μ_0 von dem wahren Werte $\mu_0 = 59'14$ mit zunehmender Ordnungszahl immer größer werden. Man erhält:

a) aus den Gliedern 2. Ordnung:

248° 45'5 = 248° 45'5		
108 34·6+360 = 468 34·6	Differenz 219° 49'1, Zwischenzeit 120 Tage, daher	$2\mu_0$ = 109'91
347 8·3+360 = 707 8·3	» 238 33·7 » 120 » »	= 119·28
181 5·9+720 = 901 5·9	» 193 57·6 » 100 » »	= 116·38

und im Mittel $\mu_0 = 57'59$

b) aus den Gliedern 3. Ordnung:

124° 36'8 = 124° 36'8		
235 23·7+ 360 = 595 23·7	Differenz 470° 46'9, Zwischenzeit 120 Tage, daher	$3\mu_0$ = 235'47
204 16·7+ 720 = 924 16·7	» 328 53·0 » 120 » »	= 164·44
90 9·3+1080 = 1170 9·3	» 245 52·6 » 100 » »	= 147·53

und im Mittel $\mu_0 = 60'83$

c) aus den Gliedern 4. Ordnung:

208°	4'7		=	208°	4'7
67	58·4	+ 720	=	787	58·4
125	35·3	+1080	=	1205	35·3
267	1·6	+1260	=	1527	1·6

Differenz	579°	53'7	Zwischenzeit	120	Tage,	daher 4 μ_0	= 289'95
»	417	36·9	»	120	»	»	= 208·81
»	321	26·3	»	100	»	»	= 192·86

und im Mittel $\mu_0 = 57'64$

d) aus den Gliedern 5. Ordnung:

87°	13·5		=	87°	13'5
335	9·3	+ 360	=	695	9·3
89	20·3	+1080	=	1169	20·3
125	3·0	+1440	=	1565	3·0

Differenz	607°	55'8,	Zwischenzeit	120	Tage,	daher 5 μ_0	= 303'96
»	474	11·0	»	120	»	»	= 237·09
»	395	42·7	»	100	»	»	= 237·42

und im Mittel $\mu_0 = 51'90$.

Erkennt man so, daß diese Winkelgrößen in den Gliedern höherer Ordnung sowie die Winkelgröße im Gliede erster Ordnung der Bewegung der Erde folgen und für die mittlere tägliche Winkelgeschwindigkeit derselben Werte liefern, die dem wahren Werte 59'14 recht nahe kommen, so muß man daraus schließen, daß sie keineswegs irgendwelche bevorzugte Bewegungsrichtungen im Raume vorstellen, sondern untereinander in einem einfachen Zusammenhange stehen, daß es also im System der kleinen Planeten, was ihren geozentrischen Lauf anlagt, nur eine ausgezeichnete Richtung gibt, das ist die nach der Sonne als dem Zentralkörper des Systems, und daß sich aus ihr alle anderen Winkelgrößen berechnen lassen müssen. Hat also die Entwicklung der geozentrischen Bewegungen die Form

$$\cos\delta\,\Delta\alpha = \varkappa_0 + \varkappa_1 \cos(\alpha - \varepsilon_1) - \varkappa_2 \cos(2\alpha - \varepsilon_2) + \varkappa_3 \cos(3\alpha - \varepsilon_3) - \ldots$$

so sind die Winkel $\varepsilon_2\ \varepsilon_3 \ldots$ nur infolge von zufälligen Fehlern von ε_1 verschieden. Vielmehr sollten die Beziehungen

$$\varepsilon_2 = 2\varepsilon_1 \qquad \varepsilon_3 = 3\varepsilon_1 \qquad \varepsilon_4 = 4\varepsilon_1 \ldots$$

gelten und die Fourier'sche Reihe daher

$$\cos\delta\,\Delta\alpha = \varkappa_0 + \varkappa_1 \cos(\alpha - \varepsilon) - \varkappa_2 \cos 2(\alpha - \varepsilon) + \varkappa_3 \cos 3(\alpha - \varepsilon) - \ldots$$

lauten. Inwieweit diese Bedingungsgleichungen erfüllt sind, zeigt die folgende bloß bis zu den Gliedern dritter Ordnung fortgeführte Berechnung:

1. 1888 Jänner 7.:

$\varepsilon_1 = 297°\ 54'$ $\qquad$ $\varepsilon_1 = \varepsilon = 297°\ 54'$

$\varepsilon_2 = 248\ \ 46 + 360°$ $\qquad$ $\frac{1}{2}\,\varepsilon_2 = \varepsilon = 304\ \ 23$

$\varepsilon_3 = 124\ \ 37 + 720$ $\qquad$ $\frac{1}{3}\,\varepsilon_3 = \varepsilon = 281\ \ 32$

2. 1888 Mai 6:

$\varepsilon_1 = 56°\ 10'$ $\qquad$ $\varepsilon_1 = \varepsilon = 56°\ 10'$

$\varepsilon_2 = 108\ \ 35$ $\qquad$ $\frac{1}{2}\,\varepsilon_2 = \varepsilon = 54\ \ 17$

$\varepsilon_3 = 235\ \ 24$ $\qquad$ $\frac{1}{3}\,\varepsilon_3 = \varepsilon = 78\ \ 28$

3. 1888 September 3.:

$$\varepsilon_1 = 169^\circ\ 56' \qquad \varepsilon_1 = \varepsilon = 169^\circ\ 56'$$

$$\varepsilon_2 = 347\quad 8 \qquad \frac{1}{2}\ \varepsilon_2 = \varepsilon = 173\quad 34$$

$$\varepsilon_3 = 204\quad 17\ + 360' \qquad \frac{1}{3}\ \varepsilon_3 = \varepsilon = 188\quad 6$$

4. 1888 Dezember 12.:

$$\varepsilon_1 = 274^\circ\ 48' \qquad \varepsilon_1 = \varepsilon = 274^\circ\ \ 8'$$

$$\varepsilon_2 = 181\quad 6\ + 360' \qquad \frac{1}{2}\ \varepsilon_3 = \varepsilon = 271\quad 33$$

$$\varepsilon_3 = \ 90\quad 9\ + 720 \qquad \frac{1}{3}\ \varepsilon_3 = \varepsilon = 270\quad 3$$

Ebenso wie man diese Beziehungsgleichungen trotz der in einigen Fällen auftretenden größeren Differenzen im ganzen wird als erfüllt ansehen können, wird man auch nicht fehlgehen, die Koeffizienten der p. 6 [302] angeführten Fourier'schen Reihen als identisch anzunehmen und ihre Unterschiede als Ungenauigkeiten der Rechnung oder der numerischen Daten zufälligen Fehlern zuzuschreiben. Tatsächlich sind auch die Abweichungen vom Mittelwerte stets nur geringe. Man hat:

	1.	2.	3.	4.	Mittel
$\varkappa_0$	$12^m 2743$	$12^m 0599$	$12^m 3838$	$11^m 8792$	$12^m 1493$
$\varkappa_1$	24·7271	24·8530	22·0790	25·3065	24·2414
$\varkappa_2$	4·1719	4·2464	5·0822	3·4983	4·2497
$\varkappa_3$	1·2135	0·7665	0·4699	1·2237	0·9179
$\varkappa_4$	1·5033	0·6290	0·1306	0·7937	0·7641
$\varkappa_5$	0·3781	0·5305	0·1914	0·3975	0·3844

§ 3. Theoretische Ableitung der Reihe für cos δ . $\Delta\alpha$.

Es ist nicht schwer, unter gewissen einfachen Annahmen eine theoretische Entwicklung der für die geozentrischen Bewegungen der Planeten aufgestellten Reihe zu geben und diese dann mit der aus den Beobachtungen selbst abgeleiteten zu vergleichen. Diese einfachsten Annahmen sind:

1. Erde und die Planeten bewegen sich in Kreisen um die Sonne.
2. Die Bahnebenen derselben fallen zusammen.

Auf die Exzentrizitäten der Bahnen sowie die Neigungswinkel gegen die Ekliptik werde keine Rücksicht genommen.

Indem diese Entwicklung nur den Zweck verfolgt, die im geozentrischen Lauf der Planeten sich zeigenden Gesetzmäßigkeiten in ihren allgemeinsten Zügen zu charakterisieren, und keineswegs auf Vollständigkeit Anspruch erheben will, dürften diese denkbar einfachsten Annahmen doch als genügend betrachtet werden.

Die heliozentrischen Koordinaten der Erde für den angenommenen Jahrestag seien

$$x_0 = -a_0 \cos \varepsilon \qquad y_0 = -a_0 \sin \varepsilon$$

Es bedeutet dann α_0 die mittlere Entfernung Erde—Sonne, $180 + \varepsilon$ die heliozentrische Rektaszension der Erde oder ε die geozentrische Rektaszension der Sonne.

Ferner sei

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \mu_0$$

die mittlere tägliche Bewegung der Erde. Die heliozentrischen Koordinaten eines Planeten seien

$$x = a \cos P \qquad y = a \sin P$$

und

$$\frac{dP}{dt} = \mu$$

seine mittlere tägliche Bewegung, sowie a seine mittlere Entfernung von der Sonne. Dies vorausgesetzt, sind

$$\rho \cos \alpha = a \cos P + a_0 \cos \varepsilon$$
$$\rho \sin \alpha = a \sin P + a_0 \sin \varepsilon$$

die geozentrischen Koordinaten des Planeten und die Aufgabe besteht darin, den Differentialquotienten $\frac{d\alpha}{dt}$ durch die Größen α, ε und $\frac{a_0}{a} = \beta$ auszudrücken.

Man findet durch Differentiation

$$\cos \alpha \frac{d\rho}{dt} - \rho \sin \alpha \frac{d\alpha}{dt} = -a\mu \sin P - a_0 \mu_0 \sin \varepsilon$$

$$\sin \alpha \frac{d\rho}{dt} + \rho \cos \alpha \frac{d\alpha}{dt} = + \alpha\mu \cos P + a_0 \mu_0 \cos \varepsilon$$

und daraus, indem man die erste Gleichung mit $-\sin \alpha$, die zweite mit $\cos \alpha$ multipliziert und beide sodann addiert,

$$\rho \frac{d\alpha}{dt} = a \mu \cos (\alpha - P) + \alpha_0 \mu_0 \cos (\alpha - \varepsilon)$$

oder, da, wie man aus den Gleichungen für $\rho \cos \alpha$ und $\rho \sin \alpha$ leicht findet,

$$a \cos (\alpha - P) = \rho - a_0 \cos (\alpha - \varepsilon)$$

endlich

$$\frac{d\alpha}{dt} = \mu + \frac{a}{\rho} \beta (\mu_0 - \mu) \cos (\alpha - \varepsilon)$$

Zur Berechnung von $\frac{a}{\rho}$ führt am einfachsten der folgende Weg. Aus den Beziehungen

$$a \cos P = \rho \cos \alpha - a_0 \cos \varepsilon$$
$$a \sin P = \rho \sin \alpha - a_0 \sin \varepsilon$$

leitet man durch Quadrieren derselben und nachheriges Addieren die quadratische Gleichung ab

$$\left(\frac{a}{\rho}\right)^2 + 2 \frac{a}{\rho} \frac{\beta}{1-\beta^2} \cos (\alpha - \varepsilon) - \frac{1}{1-\beta^2} = 0$$

und aus ihr schließlich die Reihe

$$\frac{a}{\rho} = - \frac{\beta}{1-\beta^2} \cos (\alpha - \varepsilon) + \gamma_0 + \gamma_2 \cos 2 (\alpha - \varepsilon) - \gamma_4 \cos 4 (\alpha - \varepsilon) + \gamma_6 \cos 6 (\alpha - \varepsilon) + \ldots$$

in welcher

$$\gamma_0 = 1 + \frac{3}{4} \beta^2 + \frac{45}{64} \beta^4 + \frac{350}{512} \beta^6$$

$$\gamma_2 = \frac{1}{4} \beta^2 + \frac{5}{16} \beta^4 + \frac{175}{512} \beta^6$$

$$\gamma_4 = \frac{1}{64} \beta^4 + \frac{14}{512} \beta^6$$

$$\gamma_6 = \frac{1}{512} \beta^6$$

ist. Durch Substitution derselben in die Gleichung für $\frac{d\alpha}{dt}$ erhält man schließlich die verlangte Entwickelung

$$\frac{d\alpha}{dt} = \delta_0 - \delta_2 \cos 2(\alpha-\varepsilon) + \delta_1 \cos(\alpha-\varepsilon) + \delta_3 \cos 3(\alpha-\varepsilon) + \delta_5 \cos 5(\alpha-\varepsilon) \ldots.$$

in welcher

$$\delta_0 = -\mu \frac{\beta^2}{2(1-\beta^2)}(\mu_0-\mu) \qquad \delta_2 = \frac{\beta^2}{2(1-\beta^2)}(\mu_0-\mu)$$

$$\delta_1 = (\mu_0-\mu)\,\beta\left(1 + \frac{7}{8}\beta^2 + \frac{55}{64}\beta^4\ldots\right)$$

$$\delta_3 = (\mu_0-\mu)\frac{\beta^3}{8}\left(1 + \frac{15}{16}\beta^2 + \frac{161}{128}\beta^4\ldots\right)$$

$$\delta_5 = (\mu_0-\mu)\frac{\beta^5}{64}\left(1 + \frac{13}{8}\beta^2\ldots\right)$$

ist.

Zur Kontrolle dieser Entwicklung und um Theorie und Beobachtung miteinander vergleichen zu können, berechnete ich für die folgenden fünf Werte von lg a, nämlich

$$\lg a = 0\cdot 44,\ 0\cdot 45,\ 0\cdot 46,\ 0\cdot 47 \text{ und } 0\cdot 48$$

die Koeffizienten δ_0 δ_1 δ_2 und δ_3, natürlich in den gleichen Einheiten (Zeiteinheit = 20 Tage und Maßeinheit = Zeitminuten), in denen sie in der aus den Ephemeriden abgeleiteten Reihe ausgedrückt sind. Es fand sich:

lg α =	0·44	0·45	0·46	0·47	0·48	
lg β =	9·56	9·55	9·54	9·53	9·52	
δ_0 =	12^m573	12^m189	11^m811	11^m450	11^m094	Mittelwert 12^m149
δ_2 =	4·677	4·479	4·288	4·105	3·930	» 4·250
δ_1 =	24·979	24·525	24·074	23·627	23·185	» 24·241
δ_3 =	0·368	0·347	0·327	0·307	0·289	» 0·918

Die entsprechenden Mittelwerte derselben sind in der Kolumne »Mittelwerte« nebenangesetzt. Es führt nun, wie man durch Interpolation findet:

δ_0 = 12^m149 auf lg a = 0·4514 als den mittleren Wert der Entfernung Planeten—Sonne
δ_1 = 24·241 « lg a = 0·4562 » » » » » » » »
δ_2 = 4·250 » lg a = 0·4610 » » » » » » » »

Zahlen, die miteinander in recht guter Übereinstimmung stehen und aussagen, daß man für die mittlere Entfernung des Planetenschwarmes von der Sonne die Größe lg a = 0·456... annehmen kann. Erst bei dem Koeffizienten δ_3 des Gliedes sin 3 $(\alpha-\varepsilon)$ zeigt sich eine größere Differenz zwischen Theorie und Beobachtung. Um bei diesem auf den Wert 0·918, den die Beobachtung fordert, zu gelangen, wäre lg a = 0·20 anzusetzen. Bei ihm und noch mehr bei den Koeffizienten der höheren Glieder dürfte der Einfluß der Exzentrizitäten und Bahnneigungen, die in der theoretischen Entwicklung nicht in Betracht gezogen wurden, von größerem Gewichte sein als bei den ersten, δ_0 δ_1 und δ_2.

Das Ergebnis der Untersuchung, sowohl der theoretischen in diesem wie der numerischen im vorhergegangenen Abschnitte läßt sich, wie folgt aussprechen:

Bewegt sich ein Schwarm von Körpern um ein gemeinschaftliches Zentrum, so wie es etwa der Schwarm der kleinen Planeten ist, die sich um die Sonne bewegen, und wird sein Lauf von einem sich selbst um dieses Zentrum bewegenden Körper aus beobachtet, so wie man den Schwarm der Planeten

von der Erde aus beobachtet, so zeigen die Eigenbewegungen dieser Körper oder ihr geozentrischer Lauf gewisse Gesetzmäßigkeiten. Diese lassen sich durch eine nach Vielfachen der Winkeldifferenz $\alpha-\varepsilon$ fortschreitende Fourier'sche Reihe darstellen, in welcher α die Rektaszension der einzelnen sich bewegenden Körper des Systems und ε die konstante für den Zeitpunkt der Beobachtung gültige Rektaszension des gemeinschaftlichen Zentralkörpers, speziell für die Planeten die geozentrische Rektaszension der Sonne vorstellt.

Die Einfachheit dieses Ergebnisses spricht entschieden gegen die Deutung, die man der Fourier'schen Reihe auf Grund der Kapteyn-Eddington'schen Hypothese geben könnte, die Deutung nämlich, als ob jedem einzelnen Gliede der Reihe eine spezielle Gruppe von Körpern entspreche, die sich in der durch die Bedingung

$$n\,\alpha-\varepsilon_n = \text{einem Vielfachen von } 360^\circ$$

bestimmten Richtung bewegt, worin n die Ordnungszahl dieses Gliedes und ε_n die zugehörige Winkelgröße ist, und so gleichsam das ganze System von Körpern in einzelne Gruppen oder Teilschwärme zerfalle, die dann in ihren Bewegungen gewisse Richtungen, »Heerstraßen«, bevorzugen. Tatsächlich ist nur eine einzige Richtung maßgebend, die durch die Größe ε charakterisierte und das ist die Richtung nach dem Zentralkörper des Systems oder $\varepsilon-90^\circ$ die Bewegungsrichtung des Körpers, von dem aus die Beobachtung über die Bewegungen der Körper erfolgt.

Inwieweit dieser Schluß auf die Eigenbewegungen der Fixsterne ausgedehnt werden kann, kommt im nächsten Abschnitte zur Erörterung. Hier möge noch folgende Bemerkung eingeschoben werden.

Die Analogie zwischen den Bewegungen der Fixsterne und dem geozentrischen Lauf der Planeten, auf welche es in der vorliegenden Untersuchung zumeist ankommt, ist keine vollständige. Für diese ist der Standpunkt, von dem aus die Beobachtung der Bewegungen stattfindet, ein derartiger, daß die Bewegungen ganz außerhalb der Bahn des Beobachtungsortes vor sich gehen. Nimmt man nun auch, daß sich die Sonne und mit ihr das ganze Heer der Fixsterne in Kreisen um einen Zentralpunkt bewegen, so würde diese Anschauung bedeuten, als ob die Bahnen der Fixsterne die Bahn der Sonne einschließen, eine Anschauung, die aber weder berechtigt noch auch wahrscheinlich ist. Es ist jedoch klar, daß die gleichen Bewegungsgesetze auch für den Fall gelten, daß die Beobachtung von einem Orte aus vorgenommen wird, dessen Bahn im Gegenteile ganz außerhalb der Bahnen der beobachteten Körper liegt, so etwa, wie wenn man den Lauf der kleinen Planeten vom Jupiter aus untersuchen würde. Die für diesen Fall geltende Fourier'sche Reihe würde, wie bekannt, mit der oben entwickelten ganz identisch lauten, mit der Ausnahme, daß nunmehr die Größe $\beta = a/a_0$ wäre, wenn a_0 die Entfernung Jupiter—Sonne bedeutet, während in der ersteren $\beta = a_0/a$ war, mit der Bedeutung a_0 gleich der mittleren Entfernung Erde—Sonne. Erst wenn die Bewegung der Planeten von einem aus ihrer Mitte selbst beobachtet würde, würde sich die Darstellung etwas verwickelter gestalten und erst für diesen Fall wäre die Analogie zwischen den systematischen Bewegungen im Bereiche der Fixsterne und dem der Planeten eine vollständige. Aber auch für diesen allgemeinsten und, was das System der Fixsterne anlangt, wohl der Wahrheit am nächsten kommenden Fall ist eine Fourier'sche Entwicklung durchführbar, deren Koeffizienten dann Potenzreihen von β und $1/\beta$ sein müssten.

§. 4. **Die Eigenbewegungen der Fixsterne.**

Das Material zu der folgenden Untersuchung über die Gesetzmäßigkeiten in den Eigenbewegungen der Fixsterne, der daraus folgenden Berechnung der Rektaszension des Apex der Sonnenbewegung und schließlich dem Nachweise, daß es neben der durch diesen Zielpunkt gegebenen Bewegungsrichtung keine andere bevorzugte Bewegungsrichtung gebe, benutzte ich die neubestimmten Eigenbewegungen von Fixsternen, die sich in dem neuen Sternkataloge der Greenwicher Sternwarte, »New Reduction of Groombridge Catalogue of circumpolar stars«, Greenwich 1905, vorfinden. Glücklicherweise enthält die

Einleitung zu diesem Kataloge auf p. 111 u. ff. schon eine Zusammenstellung der Eigenbewegungen, gruppiert einerseits nach Rektaszensionsstunden, andererseits nach nicht sehr voneinander verschiedenen Deklinationszonen, so daß die Berechnung der Eigenbewegungen und ihrer Mittelwerte keine bedeutende Arbeit mehr verursachte. Aus dieser Zusammenstellung wurden, um die in Betracht kommenden Deklinationszonen nicht gar zu breit werden zu lassen, nur die Gruppen ausgewählt, deren Deklinationen zwischen den Grenzen

$$\delta = 55-65°, \quad 45-55° \text{ und } 38-45°$$

liegen. Die Zonen mit den Deklinationen $\delta = 75-90°$ und $65-75°$ wurden von der Berechnung ausgeschlossen. Ferner wurde das ganze Material in zwei Gruppen geteilt. Die erste enthält nur die Eigenbewegungen, die unterhalb 0"200 liegen. Sie sind entnommen der Zusammenstellung: »Mean positions and proper motions of groups of stars, whose annual proper motions are less than 0"200« (Einleitung, p. 113 u. ff.). Die zweite schließt neben diesen auch die Sterne ein, deren Eigenbewegung größer ist als 0"200 im Jahre, und ist entnommen aus »List of stars whose annual proper motions is greater than 0"200« (Einleitung, p. 112 u. ff.). Die Zahl der Sterne in der ersten Gruppe ist 3190, die Zahl der in die zweite Gruppe neu hinzukommenden Sterne beträgt 129.

Die Entwicklung selbst wurde, wie schon aus der ziemlich kleinen Breite der Deklinationszone ersichtlich ist, nur nach der Rektaszension durchgeführt. Von einer Entwicklung nach Kugelfunktionen, die nach beiden Koordinaten, der Rektaszension und der Deklination, fortschreiten, wurde abgesehen. Die Sichtung und Ordnung des Materials zu einer solchen übersteigt weitaus die Kräfte eines einzelnen Rechners.

Aus der ersten Gruppe wurden zunächst die folgenden als für die Mitte jeder Rektaszensionsstunde gültigen Mittelwerte berechnet (Einheit, in welcher in der Tafel die $\cos\delta\Delta\alpha$ angegeben sind, ist 0"001).

Zahl der Sterne	Mittlere Rektaszension	Mittlere Deklination	$\Delta\alpha$	$\cos\delta\Delta\alpha$	Angenommenes		Zahl der Sterne
					Mittel der Rektaszension	mittleres $\cos\delta\Delta\alpha$	
46	0h 39m	60°0	+ 17	+ 9			
61	24	49·9	11	7			
33	16	43·0	6	4			
31	47	42·3	13	10	0h 30m	+ 7·5	171
28	1 33	61·7	+ 19	+ 9			
60	6	58·3	17	11			
63	55	50·8	1	1			
22	17	42·5	17	13			
17	48	41·3	9	8	1 30	+ 8·4	190
13	2 21	57·1	+ 18	+ 10			
31	41	50·5	8	5			
10	12	41·2	— 16	— 12			
20	46	41·3	+ 4	+ 3	2 30	+ 3·0	74
17	3 33	61·0	— 2	— 1			
54	21	49·1	+ 21	+ 14			
27	18	42·4	17	13			
11	40	41·5	3	2	3 30	+ 10·2	109
21	4 27	59·8	+ 11	+ 6			
30	12	50·6	11	7			
30	52	50·0	3	2			

Zahl der Sterne	Mittlere Rektaszension	Mittlere Deklination	$\Delta\alpha$	$\cos\delta\Delta\alpha$	Angenommenes		Zahl der Sterne
					Mittel der Rektaszension	mittleres $\cos\delta\Delta\alpha$	
14	4^h 20^m	41°7	+ 4	+ 3			
11	50	41·6	4	3	4^h 30^m	+ 4·4	106
30	5 40	58·5	+ 5	+ 2			
54	43	49·5	2	1			
28	19	41·0	— 5	— 4			
22	49	42·1	4	3	5 30	— 0·5	134
48	6 29	58·4	— 3	— 2			
23	18	49·3	10	7			
40	19	41·6	9	7			
25	47	41·5	12	9	6 30	— 5·6	136
38	7 35	58·6	— 9	— 5			
24	9	49·5	12	8			
9	49	52·3	32	20			
21	16	40·3	21	16			
8	50	41·9	21	15	7 30	— 10·2	100
19	8 36	61·4	— 15	— 7			
17	40	50·3	38	24			
14	21	42·2	30	22			
20	50	41·1	29	22	8 30	— 18·4	70
20	9 35	59·5	— 15	— 8			
23	19	50·1	12	8			
11	18	41·3	33	25			
16	53	40·3	51	39	9 30	— 17·8	70
22	10 36	58·6	— 39	— 20			
20	5	50·6	20	13			
27	55	49·0	28	18			
18	17	42·2	51	38			
18	47	42·3	44	33	10 30	— 23·5	105
26	11 30	59·5	— 23	— 12			
10	36	49·0	5	3			
25	17	42·2	30	22			
9	47	41·8	49	37	11 30	— 17·5	70
32	12 30	60·2	— 15	— 8			
10	27	49·9	33	22			
14	19	41·2	36	27			
8	50	41·9	43	32	12 30	— 17·3	64
17	13 30	58·5	— 8	— 4			
17	13	49·0	15	10			
16	46	50·8	39	25			
21	15	40·7	43	32			
14	45	41·9	35	26	13 30	— 19·4	85
18	14 35	59·8	— 29	— 15			
17	43	49·5	12	8			
19	16	40·9	25	19			
13	42	41·2	35	26	14 30	— 16·5	67
33	15 28	60·1	— 17	— 8			

Zahl der Sterne	Mittlere Rektaszension	Mittlere Deklination	$\Delta\alpha$	$\cos\delta\alpha\Delta$	Angenommenes		Zahl der Sterne
					Mittel der Rektaszension	mittleres $\cos\delta\Delta\alpha$	
20	$15^h\ 25^m$	50°5	— 7	— 4			
14	19	41·3	18	14			
8	45	41·9	19	14	$15^h\ 30^m$	— 8·7	75
21	16 32	60·6	— 2	— 1			
22	13	50·1	16	10			
7	45	50·0	23	15			
8	15	41·0	27	20			
9	46	41·8	25	19	16 30	— 10·1	67
9	17 19	60·4	+ 19	+ 9			
23	47	47·5	— 7	— 5			
8	15	40·0	17	13			
30	47	41·8	8	6	17 30	— 4·5	70
34	18 40	59·5	+ 3	+ 2			
48	24	49·5	4	3			
42	18	41·5	— 2	— 2			
81	46	41·1	11	8	18 30	— 2·5	205
40	19 36	59·2	+ 17	+ 9			
67	11	50·0	4	3			
63	57	49·0	5	3			
42	16	41·4	+ 1	+ 1			
77	46	40·8	— 5	— 4	19 30	+ 1·7	289
63	20 30	59·8	+ 10	+ 5			
90	37	50·6	11	7			
81	15	41·2	2	2			
45	47	41·8	17	13	20 30	+ 6·0	279
68	21 38	60·5	+ 16	+ 8			
65	24	51·0	8	5			
34	20	42·4	2	2			
40	44	41·5	6	5	21 30	+ 5·5	207
53	22 40	59·6	+ 35	+ 13			
91	7	51·1	9	6			
71	49	50·3	19	12			
21	18	41·1	— 1	— 1			
41	46	41·7	+ 19	+ 14	22 30	+ 9·5	277
45	23 31	60·4	+ 10	+ 5			
64	41	50·5	17	11			
27	15	41·9	15	11			
34	48	41·7	10	8	23 30	+ 8·8	170

I. Tafel der Eigenbewegungen der Groombridge-Sterne.

Eigenbewegungen unter 0ʺ200. Deklinationszone 38—65°.

AR	Δ α cos δ	Zahl der Sterne	AR	Δ α cos δ	Zahl der Sterne
0h	+ 0ʺ0087	341	12h	— 0ʺ0174	134
2	0·0069	264	14	0·0181	152
4	0·0073	215	16	0·0094	142
6	— 0·0031	250	18	0·0030	275
8	0·0136	170	20	+ 0·0038	568
10	0·0209	175	22	0·0078	484

Aus den Sternen ferner, deren Eigenbewegung größer ist als 0ʺ200, ergaben sich die nachstehenden Stundenmittel:

AR	Δ α cos δ	Zahl der Sterne	AR	Δ α cos δ	Zahl der Sterne	AR	Δ α cos δ	Zahl der Sterne
0h 11m	+ 0ʺ153	3	8h 43m	— 0ʺ211	4	16h 27m	— 0ʺ102	5
1 23	0·246	7	9 40	0·045	4	17 39	+ 0·338	2
2 32	0·187	3	10 29	0·066	8	18 27	0·050	9
3 22	0·139	3	11 23	0·195	9	19 31	— 0·047	11
4 36	0·340	2	12 26	0·234	7	20 25	+ 0·002	7
5 30	0·037	5	13 31	0·068	4	21 40	0·119	2
6 20	0·014	4	14 34	0·088	10	22 23	0·037	7
7 3	— 0·047	1	15 44	0·053	5	23 26	0·068	7

Bei der geringen Anzahl dieser Sterne verwertete ich ihre Eigenbewegungen nicht zu einer direkten Bestimmung der Sonnenbewegung, sondern vereinigte sie mit den schon angeführten zu neuen Mitteln von je zwei Doppelstunden.

II. Tafel der Eigenbewegungen der Groombridge-Sterne.

Einschließlich der Eigenbewegungen über 0ʺ200. Deklinationszone 38—65°.

AR	Δ α cos δ	Zahl der Sterne	AR	Δ α cos δ	Zahl der Sterne
0h	+ 0ʺ0111	351	12h	— 0ʺ0384	150
2	0·0150	274	14	0·0235	166
4	0·0107	220	16	0·0138	152
6	— 0·0028	279	18	+ 0·0003	286
8	0·0183	175	20	0·0028	586
10	0·0233	187	22	0·0087	493

Die Rechnung lieferte für die zwei Tafeln die folgenden zwei Fourier'schen Reihen:

I. Tafel: $\cos\delta\Delta\alpha =$	-0^r00425		$= -0^r00425$
	$+0\cdot01494\cos\alpha$	$-0^r00043\sin\alpha$	$+0\cdot01494\cos(\alpha - 358^\circ4)$
	$-0\cdot00147\cos 2\alpha$	$+0\cdot00139\sin 2\alpha$	$+0\cdot00202\cos(2\alpha - 136\cdot6)$
	$-0\cdot00133\cos 3\alpha$	$+0\cdot00060\sin 3\alpha$	$+0\cdot00146\cos(3\alpha - 204\cdot3)$
	$+0\cdot00055\cos 4\alpha$	$-0\cdot00084\sin 4\alpha$	$+0\cdot00100\cos(4\alpha - 302\cdot3)$
	$-0\cdot00056\cos 5\alpha$	$-0\cdot00022\sin 5\alpha$	$+0\cdot00060\cos(5\alpha - 201\cdot4)$
	$+0\cdot00082\cos 6\alpha$		$+0\cdot00082\cos 6\alpha$
II. Tafel: $\cos\delta\Delta\alpha =$	-0^r00596		$= -0^r00596$
	$+0\cdot02223\cos\alpha$	$+0^r00051\sin\alpha$	$+0\cdot02224\cos(\alpha - 1^\circ3)$
	$-0\cdot00451\cos 2\alpha$	$+0\cdot00267\sin 2\alpha$	$+0\cdot00524\cos(2\alpha - 149\cdot4)$
	$-0\cdot00065\cos 3\alpha$	$+0\cdot00160\sin 3\alpha$	$+0\cdot00173\cos(3\alpha - 67\cdot9)$
	$-0\cdot00149\cos 4\alpha$	$-0\cdot00091\sin 4\alpha$	$+0\cdot00175\cos(4\alpha - 211\cdot4)$
	$+0\cdot00187\cos 5\alpha$	$-0\cdot00046\sin 5\alpha$	$+0\cdot00193\cos(5\alpha - 346\cdot2)$
	$-0\cdot00169\cos 6\alpha$		$-0\cdot00169\cos 6\alpha$

Die Koeffizienten des vom einfachen Winkel α abhängigen Gliedes in den beiden Reihen bestimmen nach Gyldén die Bewegungsrichtung der Sonne. Man erhält für sie

aus der I. Reihe	$358^\circ4 - 90^\circ = 268^\circ4$
» » II. »	$1\cdot3 - 90 = 271\cdot3$

Werte, die in guter Übereinstimmung stehen, sowohl untereinander wie auch mit den Rechnungen Eddington's, der aus dem gleichen Material 267° fand. Die Koeffizienten des vom doppelten Winkel 2α abhängigen Gliedes sollen nach der Zweischwarmhypothese die relative Bewegungsrichtung der beiden Schwärme gegeneinander oder gegen die Sonne definieren. Man erhält die Werte

I. Reihe	$2\alpha = 136^\circ6$	$\alpha = 68^\circ3$
II. »	$2\alpha = 149\cdot4$	$\alpha = 74\cdot7$

die ebenfalls untereinander in recht guter Übereinstimmung sind, aber von dem von Eddington gefundenen Resultat

$$\alpha = 95^\circ$$

doch ziemlich abweichen. Inwieweit diese Differenz als aus zufälligen Beobachtungsfehlern entstanden erklärt werden kann, läßt sich zunächst nicht entscheiden. Ebenso würde aber auch jeder der weiteren Koeffizienten in den zwei eben gerechneten Fourier'schen Reihen die Bewegungsrichtung eines neuen Schwarmes relativ zur Sonne definieren und so das ganze Sternsystem sich aus einer Superposition vieler solcher Schwärme zusammensetzen, von denen jeder seine von ihm bevorzugte Bewegungsrichtung hätte.

Dieser Anschauung ist als neue die entgegenzusetzen, welche in Analogie mit dem geozentrischen Laufe der Planeten den Eigenbewegungen der Fixsterne die gleichen Bewegungsgesetze zuschreibt, wie sie im System der Planeten herrschen. Nach dieser neuen Annahme sind die Winkelgrößen in den einzelnen Gliedern der beiden Fourier'schen Reihen nicht voneinander unabhängig, sondern sie sind Vielfache des ersten Winkels. Mit welchem Grade der Genauigkeit dies der Fall ist, mindestens für die drei ersten Koeffizienten, zeigt die nachstehende Rechnung:

1. Aus der I. Reihe: $\varepsilon = 358^\circ 4$

$2\varepsilon = 136^\circ 6 + 540^\circ$, daher $\varepsilon = 338 \cdot 3$

$3\varepsilon = 204 \cdot 3 + 900$ » $\varepsilon = 368 \cdot 1$

2. Aus der II. Reihe: $\varepsilon = 361^\circ 3$

$2\varepsilon = 149^\circ 9 + 540^\circ$ » $\varepsilon = 344 \cdot 7$

$3\varepsilon = 67 \cdot 9 + 900$ » $\varepsilon = 322 \cdot 6$

3. Aus der p. 3 [299] mitgeteilten, von Gyldén berechneten Fourier'schen Reihe: $\varepsilon = 363^\circ 9$

$2\varepsilon = 198^\circ 3 + 540^\circ$ » $\varepsilon = 399 \cdot 2$

$3\varepsilon = 135 \cdot 4 + 900$ » $\varepsilon = 345 \cdot 1$

und in dieser bedeutet der konstante Winkel ε die Richtung nach dem Zentralpunkte des Systems der Fixsterne oder $\varepsilon - 90^\circ$ die Bewegungsrichtung der Sonne.

Die Abweichungen der aus den zwei Gliedern zweiter und dritter Ordnung berechneten Werte von ε gegen den aus dem ersten und Hauptgliede abgeleiteten, sind nicht größer als jene, die sich bei der gleichen Berechnung in den für die Eigenbewegungen der Planeten aufgestellten Reihen, p. 8 u. 9 [304 u. 305], zeigten. Sie sind ebenfalls so groß, um auch den Unterschied zwischen den für den Zielpunkt der Relativbewegung der beiden Schwärme im Sinne Kapteyn-Eddington's gefundenen Resultaten

$$\alpha = 68^\circ 3, \text{ beziehungsweise } 74^\circ 7 \text{ und } \alpha = 95^\circ$$

als durch Beobachtungsfehler entstanden in genügender Weise zu erklären.

Schließlich sei noch erwähnt, daß sich aus den Koeffizienten der drei ersten Glieder, die p. 11 [307] mit δ_0 δ_1 und δ_2 bezeichnet wurden und deren Bedeutung dort ebenfalls angegeben ist, μ_0 berechnen läßt, und dies ist die mittlere jährliche Bewegung der Sonne in ihrem Umlaufe um den Zentralpunkt, vorausgesetzt, daß diese Bewegung in einer geschlossenen Bahn verläuft. Man erhält zunächst aus

$$\frac{\delta_1}{\delta_2} = \frac{2}{\beta}\left[1 - \frac{1}{8}\beta^2 - \frac{1}{64}\beta^4 \ldots\right]$$

einen Näherungswert für β und hat dann

$$\mu_0 = \delta_0 - \delta_2 + \frac{2\delta_2(1-\beta^2)}{\beta^2}.$$

Die Rechnung gibt:

	I. Reihe: (Eigenbewegungen unter 0"200)	II. Reihe: (Alle Eigenbewegungen eingeschlossen)	III. Reihe: (Die Gyldén'sche)
δ_0	−0"00425	−0"00596	−0"0240
δ_1	+0·01494	+0·02224	+0·0582
δ_2	+0·00202	+0·00524	+0·0127
β	0·2704	0·4712	0·4364
μ_0	+0·0449	+0·0255	+0·0713

Werte, die, was ihre Größenordnung anlangt, wie man sieht, recht gut miteinander übereinstimmen und auf eine Umlaufszeit der Sonne führen, die zwischen 29, 50 und 18 Millionen Jahren liegt.

§ 5. Eigenbewegungen der Sterne von verschiedenem Spektraltypus.

Außer den mitgeteilten Angaben über die Eigenbewegungen der Sterne enthält derselbe Katalog der Greenwicher Sternwarte in seiner Einleitung unter dem Titel: »Comparison of mean proper motions of stars of spectral types I and II for each three hours of AR in the Zones« (Einleitung, p. 115 u. ff.) noch eine Zusammenstellung der Eigenbewegungen der Sterne von den zwei Spektraltypen I und II für je drei und drei Stunden der Rektaszension und für die Deklinationszonen 38—45°, 45—55°, 55—65°, 65—75° und 75—85°. Ihr wurden nur die folgenden für die drei ersten Zonen gültigen Angaben entnommen:

Tafel I. Eigenbewegungen der Sterne vom I. Spektraltypus.

Deklinationszone 38—65°. Einheit 0″001.

AR	δ	$\Delta\alpha$	$\cos \Delta\alpha$	Zahl der Sterne	Mittlere AR	Mittelwert $\cos\delta\Delta\alpha$	Zahl der Sterne
0^h— 3^h	60°	+ 22	+ 11	25			
	50	10	6	85			
	41·5	23	17	41	1^h 0^m	+ 0″0098	151
3 — 6	60	+ 4	+ 2	22			
	50	12	8	72			
	41·5	4	3	41	4 0	+ 0·0055	135
6 — 9	60	— 7	— 4	35			
	50	29	19	19			
	41·5	6	4	24	7 0	— 0·0077	78
9 —12	60	— 29	— 15	15			
	50	+ 4	+ 3	20			
	41·5	— 60	— 45	18	10 0	— 0·0184	53
12 —15	60	— 1	— 1	24			
	50	35	23	20			
	41·5	64	48	17	13 0	— 0·0213	61
15 —18	60	+ 19	+ 10	17			
	50	— 6	— 4	26			
	41·5	27	20	17	16 0	— 0·0055	60
18 —21	60	+ 10	+ 5	30			
	50	12	8	54			
	41·5	3	2	56	19 0	+ 0·0049	140
21 —24	60	+ 17	+ 9	54			
	50	11	7	53			
	41·5	18	13	56	22 0	+ 0·0093	163

Tafel II. Eigenbewegungen der Sterne vom II. Spektraltypus.

Deklinationszone 38—65°. Einheit 0ʺ001.

AR	δ	Δα	cos Δα	Zahl der Sterne	Mittlere AR	Mittelwert cos δ Δα	Zahl der Sterne
0^h— 3^h	60°	+ 0	0	19			
	50	12	+ 8	40			
	41·5	— 18	— 13	23	1^h 0^m	+ 0ʺ0004	82
3 — 6	60	+ 1	+ 1	19			
	50	16	10	28			
	41·5	14	10	26	4 0	+ 0·0077	73
6 — 9	60	— 18	— 9	30			
	50	15	10	26			
	41·5	25	19	37	7 0	— 0·0132	93
9 —12	60	— 26	— 13	35			
	50	36	23	23			
	41·5	61	46	19	10 0	— 0·0241	77
12 —15	60	— 21	— 11	19			
	50	23	15	18			
	41·5	39	29	22	13 0	— 0·0206	59
15 —18	60	— 24	— 12	15			
	50	22	14	20			
	41·5	8	6	31	16 0	— 0·0098	66
18 —21	60	+ 23	+ 12	24			
	50	— 4	— 3	43			
	41·5	2	1	27	19 0	+ 0·0014	94
21 —24	60	+ 12	+ 6	26			
	50	29	13	34			
	41·5	31	23	12	22 0	+ 0·0125	72

Die hieraus sich ergebenden Fourier'schen Entwicklungen sind:

a) Sterne vom Spektraltypus I.

$$\begin{aligned} \cos\delta\Delta\alpha = & -0''00292 \\ & +0{\cdot}00161 \cos(\alpha - 352^\circ 8) \\ & +0{\cdot}00031 \cos(2\alpha - 163{\cdot}8) \\ & +0{\cdot}00009 \cos(3\alpha - 303{\cdot}0) \\ & +0{\cdot}00006 \cos(4\alpha - 240\ \ ) \end{aligned}$$

b) Sterne vom Spektraltypus II.

$$\begin{aligned} \cos\delta\Delta\alpha = & -0''00571 \\ & +0{\cdot}00162 \cos(\alpha - 349^\circ 8) \\ & +0{\cdot}00032 \cos(2\alpha - 161{\cdot}6) \\ & +0{\cdot}00043 \cos(3\alpha - 231{\cdot}4) \\ & +0{\cdot}00023 \cos(4\alpha - 240\ \ ) \end{aligned}$$

Sie zeigen, von dem konstanten Gliede der Reihe abgesehen, eine fast vollständige Übereinstimmung in den Koeffizienten wie in den Winkelgrößen der zwei ersten Glieder. Aus ihnen folgen für den Winkel ε die Werte

I. Reihe		II. Reihe	
	$\varepsilon = 352{^\circ}8$		$\varepsilon = 349{^\circ}8$
$2\varepsilon = 163{^\circ}8 + 540^\circ$	$\varepsilon = 351 \cdot 9$	$2\varepsilon = 161{^\circ}6 + 540^\circ$	$\varepsilon = 350 \cdot 8$

Erst in den dritten Gliedern zeigt sich ein Unterschied. Es wäre jedoch zu voreilig, aus diesem Umstande einen Schluß auf eine Verschiedenheit in den Eigenbewegungen der Sterne am Himmel zu ziehen, soweit sie von verschiedenem Spektraltypus sind.

§ 6. Über den Zusammenhang zwischen der Zahl der Planeten und ihrem geozentrischen Lauf.

Beziehen sich die bisherigen Untersuchungen auf den Nachweis eines Zusammenhanges zwischen der Größe der Eigenbewegungen der Sterne und der Planeten und ihrer Rektaszension, so soll im folgenden noch die Frage erörtert werden, in welchem Abhängigkeitsverhältnisse Abzählungen der Sterne zum Positionswinkel ihrer Eigenbewegung und in derselben Art Abzählungen der Planeten zu den einzelnen Stunden ihrer geozentrischen Rektaszensionen stehen, ein Problem, das auch der Kapteyn-Eddington'schen Hypothese näher liegt als das bisher behandelte. Es wird sich zeigen, daß auch hier zwischen den beiden Zahlengruppen ganz analoge Gesetze gelten und daher die Annahme, daß das System der Fixsterne in seinen Bewegungen ein dem System der Planeten analoges ist, vollständig zureicht und die Kapteyn'sche Hypothese von den zwei Schwärmen ganz gut ersetzen kann.

Vorerst werde die Frage behandelt, in welchem Verhältnisse die Zahl der Planeten in den einzelnen Rektaszensionsstunden zu ihrem geozentrischen Laufe steht. Die theoretische Entwicklung zur Beantwortung dieser Frage ist nach den p. 9 u. 10 [305 u. 306] sehr einfachen Voraussetzungen leicht durchführbar. Es braucht, um zu dem erstrebten Ziele zu gelangen, nur noch einer ergänzenden Hypothese, der nämlich, wie sich die Verteilung der Planeten gegenüber der Sonne, das heißt vom heliozentrischen Standpunkt aus, verhält. Die einfachste Annahme, die hier gemacht werden kann, dürfte die sein, daß diese Verteilung eine gleichförmige ist. Ist dies der Fall, dann ist offenbar die Zahl der Planeten in jedem Teile des Winkels P, der deren heliozentrische Bewegung darstellt, die gleiche oder die Zahl der Planeten ist proportional dP. In derselben Weise muß dann die Zahl der Planeten, vom geozentrischen Standpunkte aus betrachtet, proportional angesetzt werden der geozentrischen Rektaszension, das heißt $d\alpha$. Ersetzt man nunmehr

$$d\alpha \text{ durch } \frac{\partial \alpha}{\partial P}\, dP$$

so ist $\frac{\partial \alpha}{\partial P}$ das gesuchte Maß für die Anzahl der Planeten in jedem Teil des Himmels, beobachtet von der Erde aus, und die Entwicklung besteht darin, $\frac{\partial \alpha}{\partial P}$ als Funktion von α und $\frac{a_0}{a} = \beta$ darzustellen.

Man findet aus den p. 10 [— .] mitgeteilten Gleichungen durch Differentiation derselben nach P

$$\cos\alpha \frac{\partial \rho}{\partial P} - \rho \sin\alpha \frac{\partial \alpha}{\partial P} = -a \sin P$$

$$\sin\alpha \frac{\partial \rho}{\partial P} + \rho \cos\alpha \frac{\partial \alpha}{\partial P} = a \cos P.$$

ferner durch Multiplikation mit $-\sin\alpha$ und $\cos\alpha$ und nachherige Addition

$$\rho \frac{\partial \alpha}{\partial P} = \alpha \cos(\alpha - P) = \rho - a_0 \cos(\alpha - \varepsilon)$$

oder

$$\frac{\partial \alpha}{\partial P} = 1 - \frac{a}{\rho} \beta \cos(\alpha - \varepsilon)$$

und hierin für $\frac{a}{\rho}$ den oben gefundenen Wert substituiert, schließlich

$$\frac{\partial \alpha}{\partial P} = \eta_0 + \eta_2 \cos 2(\alpha-\varepsilon) - \eta_1 \cos(\alpha-\varepsilon) - \eta_3 \cos 3(\alpha-\varepsilon) - \eta_5 \cos 5(\alpha-\varepsilon) \ldots$$

wenn

$$\eta_0 = 1 + \frac{\beta^2}{2(1-\beta^2)} \quad \eta_2 = \frac{\beta^2}{2(1-\beta^2)}$$

$$\eta_1 = \beta\left(1 + \frac{7}{8}\beta^2 + \frac{55}{64}\beta^4 \ldots\right)$$

$$\eta_3 = \frac{\beta^3}{8}\left(1 + \frac{15}{16}\beta^2 + \ldots\right)$$

$$\eta_5 = \frac{\beta^5}{64}(1 + \ldots)$$

ist.

Eine Abzählung der Planeten, die ich für die gleichen Jahrestage wie oben, nämlich 1888 Jänner 7., Mai 6., September 3. und Dezember 12. ausführte, gab mir Werte, die ich von je drei zu drei Stunden in Mittel vereinigte und die Mittelwerte hier angebe:

AR	Zahl der Planeten 1888			
	Jänner 7.	Mai 6.	September 3.	Dezember 12.
$1^h\ 30^m$	34	29	21	23
4 30	17	47	18	12
7 30	16	27	46	24
10 30	30	44	42	32
13 30	64	36	65	40
16 30	31	23	31	61
19 30	41	15	16	36
22 30	32	44	26	37
Summe	265	265	265	265

Die aus diesen Zahlen abgeleiteten Fourier'schen Reihen sind:

I. Reihe 1888 Jänner 7. . . $N = 33\cdot12 + 13\cdot19 \cos(\alpha - 245^\circ\ 39')$
$+ 10\cdot84 \cos(2\alpha - 26\quad 9)$
$+ 6\cdot37 \cos(3\alpha - 215\quad 4)$
$+ 5\cdot63 \cos 4\alpha$

II. Reihe 1888 Mai 6. . . . $N = 33\cdot12 + 7\cdot66 \cos(\alpha - 93\quad 31)$
$+ 6\cdot57 \cos(2\alpha - 6\quad 57)$
$+ 6\cdot11 \cos(3\alpha - 236\quad 44)$
$+ 6\cdot38 \cos(4\alpha - 180$

III. Reihe 1888 September 3. $N = 33\cdot12 + 18\cdot02 \cos(\alpha - 176\quad 2)$
$+ 7\cdot65 \cos(2\alpha - 6\quad 38)$
$+ 9\cdot11 \cos(3\alpha - 297\quad 24)$
$+ 3\cdot88 \cos 4\alpha$

IV. Reihe 1888 Dezember 12. $N = 33 \cdot 12 + 16 \cdot 99 \cos(\alpha - 248° \; 42')$
$+ \; 1 \cdot 25 \cos(2\alpha - 98 \;\; 8)$
$+ \; 7 \cdot 44 \cos(3\alpha - 5 \;\; 20)$
$+ \; 2 \cdot 38 \cos 4\alpha.$

Was zunächst die in diesen Reihen vorkommenden Koeffizienten anlangt, so sollten sie nach der Theorie einander gleich sein. Die auftretenden Unterschiede zufälligen Umständen zuzuschreiben und durch aus diesen entstandene Fehler zu erklären, dürfte nicht schwer fallen. Nimmt man daher die Mittelwerte der Koeffizienten, so folgt schließlich die Reihe

$$N = 33 \cdot 12 + 13 \cdot 97 \cos(\alpha - \varepsilon_1)$$
$$+ \; 6 \cdot 58 \cos(2\alpha - \varepsilon_2)$$
$$+ \; 7 \cdot 16 \cos(3\alpha - \varepsilon_3)$$
$$+ \; 0 \cdot 19 \cos 4\alpha$$

Um sie mit der theoretischen, für $\frac{\partial \alpha}{\partial P}$ abgeleiteten zu vergleichen, hat man diese mit einem konstanten Faktor zu multiplizieren und denselben dann so zu bestimmen, daß sein Produkt mit dem Koeffizienten η_0 gleich 33·12 wird. Es muß, da die Zahl der Planeten als proportional $\frac{\partial \alpha}{\partial P}$ aufzufassen ist,

$$N = N_0 \left[\eta_0 + \eta_1 \cos(\alpha - \varepsilon) + \eta_2 \cos 2(\alpha - \varepsilon) + \eta_3 \cos 3(\alpha - \varepsilon) \ldots \right]$$
$$N_0 \eta_0 = 33 \cdot 12$$

sein. Die nachstehende Tafel enthält die Werte der Koeffizienten $N_0 \eta_1$ und $N_0 \eta_2$ (natürlich unter der Bedingung $N_0 \eta_0 = 33 \cdot 12$ berechnet) für die Werte $\lg \alpha = 0 \cdot 38$, $0 \cdot 39$, $0 \cdot 40$, $0 \cdot 41$ und $0 \cdot 42$, denen die $\lg \beta = 9 \cdot 62 - 9 \cdot 58$ entsprechen.

$\lg a$	0·38	0·39	0·40	0·41	0·42	Mittel
η_0	1·1051	1·0995	1·0942	1·0892	1·0845	
η_1	0·4911	0·4762	0·4619	0·4482	0·4351	
η_2	0·1051	0·0995	0·0942	0·0892	0·0845	
$N_0 \eta_1$	14·72	14·35	13·99	13·64	13·29	13·97
$N_0 \eta_2$	3·15	3·00	2·85	2·71	2·58	6·58

Der aus den tatsächlichen Abzählungen der Planeten abgeleitete Wert der Koeffizienten des ersten Gliedes, 13·97, führt zu $\lg a = 0 \cdot 4006$ als Mittelwert der Distanzen, in denen sich der Schwarm der Planeten um die Sonne bewegt, gegenüber dem oben p. 11 [307] aus den Eigenbewegungen gefundenen $\lg a = 0 \cdot 4562$, während jedoch der Koeffizient des zweiten Gliedes $N_0 \eta_2$ auf $\lg a = 0 \cdot 15$ hinweist. Theorie und Rechnung stehen hier nur bis zum Gliede erster Ordnung in Übereinstimmung.

Noch geringer ist die Übereinstimmung in betreff der Winkelgrößen ε. Diese sollen mit den entsprechenden und in den aus den Bewegungen der Planeten abgeleiteten Reihen vorkommenden identisch sein. Inwieweit dies der Fall ist, zeigt die nachstehende Zusammenstellung, die sich aber bloß auf die Winkel ε in den Gliedern erster Ordnung erstreckt.

	Aus den Abzählungen der Planeten	Aus den Bewegungen der Planeten	AR der Sonne
1888 Jänner 7.	ε = 245° 39'	297° 54	299°
Mai 6.	93 31	56 10	52
September 3. . . .	176 2	169 56	171
Dezember 12. . . .	248 42	274 48	271

Es scheint daher, als ob die aus den Abzählungen der Planeten für die Rektaszension der Sonne oder die Bewegungsrichtung der Erde gewonnenen Resultate weitaus geringere Genauigkeit besitzen als die aus den Bewegungen berechneten.

Der Grund dieser hier auftretenden größeren Differenzen zwischen Theorie und Beobachtung dürfte in mehreren Umständen zu suchen sein. Vorerst ist bei der kleinen Gesamtzahl der Planeten ein Fehler in der Zuweisung derselben zu den einzelnen Rektaszensionsstunden von größerem Einfluß als im Falle der Berechnung des Mittelwertes ihrer geozentrischen Bewegung für jede Stunde. Ferner dürfte die Annahme einer gleichmäßigen Verteilung der Planeten vom heliozentrischen Standpunkt, eine Annahme auf der die theoretische Berechnung der Formel für $\frac{\partial \alpha}{\partial P}$ beruht, kaum richtig sein. Endlich wäre noch zu erwähnen, daß für beide hier in Betracht kommende Probleme die Entwicklung der geozentrischen Bewegungen wie der Abzählungen der Planeten in eine Fourier'sche Reihe eine größere Genauigkeit zu erzielen wäre durch eine Teilung nach Längengraden statt nach Rektaszensionsstunden. Denn es ist klar, daß die Bewegung in Deklination größer ist als die in Breite und die Vernachlässigung der ersteren beeinflußt das Resultat offenbar im Sinne einer Vergrößerung der Beobachtungsfehler. Ein bedeutend besseres Ergebnis würde daher eine Ephemeridensammlung der kleinen Planeten liefern, welche eine Darstellung deren geozentrischen Laufes in Länge und Breite statt in Rektaszension und Deklination enthielte.

§ 7. Die Sternabzählungen.

Aus den Angaben Eddington's[1] ergeben sich für die Abzählungen der Groombridge-Sterne aus den Deklinationsgrenzen 35—75° in ihrer Abhängigkeit vom Positionswinkel die nachstehenden Werte. Es sind dies die Summen der Zahlen in den in der Abhandlung Eddington's als *B, C, D, E, F* und *G* bezeichneten Gebieten. Das Gebiet *A*, als die Sterne von Deklinationen 75—90° umfassend, wurde nicht in Rechnung genommen.

Positions-winkel	Zahl der Sterne im Gebiete *B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	Summe	Positions-winkel	Zahl der Sterne im Gebiete *B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	Summe
δ = 15°	186	50	14	15	15	112	392	δ = 195°	49	29	40	90	51	66	325
45	115	119	24	18	33	83	392	225	22	21	21	32	82	55	233
75	83	100	40	18	41	90	372	255	19	14	22	20	48	64	187
105	59	53	85	19	33	99	348	285	22	14	15	16	30	95	192
135	77	39	94	44	27	102	383	315	41	20	15	14	19	132	241
165	60	37	57	78	32	82	346	345	129	20	16	17	14	123	319

[1] Eddington, l. c. Monthly Notices 1907, p. 42.

Aus den in der Kolumne unter »Summe« stehenden Zahlen resultierte die folgende Fourier'sche Entwicklung:

$$
\begin{aligned}
N = 310\cdot83 & + 94\cdot91 \cos(\delta - 84^\circ\ 8') \\
& + 39\cdot70 \cos(2\delta - 7\ 33) \\
& + 6\cdot40 \cos(3\delta - 96\ 26) \\
& + 4\cdot97 \cos(4\delta - 106\ 33) \\
& + 7\cdot14 \cos(5\delta - 307\ 58) \\
& + 5\cdot83 \cos 6\delta
\end{aligned}
$$

Zu einer, was die Winkelgrößen anlangt, fast vollständig mit dieser übereinstimmenden neuen Reihe gelangt man aus den Zahlenangaben Eddington's [1] in seiner zweiten Abhandlung, welche sich auf die Eigenbewegungen der Sterne in dem Boss'schen Kataloge stützt. Benützt wurden hiebei nur die Sterne aus den mit VIII—XVIII bezeichneten Gebieten, welche die Deklinationen 0—36° umfassen.

Positions-winkel	Zahl der Sterne im Gebiete										Summe
	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	
$\delta = 15°$	79·3	45·7	16·7	11·7	23·3	16·3	12·0	17·0	41·6	49·0	313
45	60·4	78·6	52·0	21·4	32·7	23·7	27·3	28·4	44·3	36·0	405
75	29·4	53·0	96·9	36·4	28·3	20·9	28·7	37·6	32·0	23·3	386
105	25·3	30·0	63·0	76·3	30·0	20·7	28·7	41·6	33·0	22·4	371
135	28·4	24·0	52·9	90·0	55·3	39·0	36·7	28·0	28·9	24·7	408
165	20·3	14·7	28·3	63·4	81·1	47·9	33·3	20·3	7·7	9·3	326
195	6·0	7·7	14·6	31·0	52·0	41·0	32·0	16·0	7·4	1·3	209
225	3·0	5·7	7·0	11·7	14·3	13·3	30·7	17·3	5·1	4·7	113
255	5·3	1·7	4·3	5·7	8·7	4·4	11·0	20·7	5·0	4·4	71
285	8·3	0·3	3·3	2·3	6·6	4·4	6·0	22·7	16·0	6·4	76
315	9·3	2·7	3·4	7·0	1·0	1·6	3·6	15·6	33·9	11·7	90
345	33·0	11·0	13·3	8·3	8·6	3·6	9·0	19·7	56·1	52·1	215

Die aus den Zahlen der letzten Kolumne folgende Fourier'sche Reihe lautet:

$$
\begin{aligned}
N = 248\cdot6 & + 179\cdot4 \cos(\delta - 91^\circ\ 4') \\
& + 23\cdot1 \cos(2\delta - 6\ 32) \\
& + 25\cdot2 \cos(3\delta - 90\ 33) \\
& + 6\cdot8 \cos(4\delta - 217\ 34) \\
& + 12\cdot4 \cos(5\delta - 298\ 42) \\
& + 2\cdot4 \cos(6\delta - 180).
\end{aligned}
$$

Nach der Hypothese der zwei Sternschwärme hätte man die beiden Fourier'schen Entwicklungen so zu deuten: Die ersten, vom einfachen Winkel δ abhängigen Glieder repräsentieren die Bewegungsrichtung der Sonne. Der Positionswinkel, unter dem diese Richtung erscheint, ist, berechnet aus

$$\cos(\delta - \varepsilon_1) = 0$$

I. Reihe: $\varepsilon = 84^\circ\ 8' - 90^\circ = 354^\circ\ 8'$ II. Reihe: $\varepsilon = 91^\circ\ 4' - 90^\circ = 361^\circ\ 4'$

[1] Eddington, l. c. Monthly Notices, p. 17.

und die diesem Positionswinkel entsprechenden Rektaszensionen des Apex der Sonnenbewegung sind

I. Reihe: $\alpha_1 = 354° \; 8' - 90° = 264° \; 8'$ II. Reihe: $\alpha_2 = 361°9 \; 4' - 0° = 271° \; 8'$.

Die zwei vom doppelten Winkel δ abhängigen Glieder geben die Richtung der relativen Bewegung der beiden Schwärme, zu berechnen aus

$$\cos(2\delta - \varepsilon_2) = 1, \text{ daher } 2\delta - \varepsilon = 360°$$

zu

I. Reihe: $\varepsilon = 183° \; 46'$ II. Reihe: $\varepsilon = 183° \; 16'$

und die diesen Positionswinkeln entsprechenden Rektaszensionen sind

$$\alpha_1 = 93° \; 46' \qquad \alpha_2 = 93° \; 16'.$$

Beide Resultate stehen sowohl untereinander wie mit denen Eddington's in sehr guter Übereinstimmung. Ebenso würde nun auch das dritte Glied einen Schwarm repräsentieren, dessen Bewegungsrichtung aus

$$3\delta - \varepsilon_3 = \text{Vielfachen von } 360°$$

zu berechnen wäre, usf.

Doch, wie schon früher erwähnt wurde, ist dieser Hypothese eine neue entgegenzustellen und der Hauptinhalt dieser neuen Anschauung geht dahin, dem System der Fixsterne die gleichen Gesetze in bezug auf die Bewegungen in ihm zuzuschreiben wie dem Schwarm der kleinen Planeten. Darnach müßten als Hauptbedingung die Winkelgrößen in den beiden Reihen die Beziehungsgleichungen

$$\varepsilon_2 = 2\varepsilon_1 \qquad \varepsilon_3 = 3\varepsilon_1$$

erfüllen, damit die Entwicklung nicht nach Vielfachen des Winkels δ, sondern der Winkeldifferenz $\delta - \varepsilon$, in der Form

$$N = N_0 + N_1 \cos(\delta - \varepsilon) + N_2 \cos 2(\delta - \varepsilon) + \ldots$$

fortschreitet. Wie weit diese Beziehungsgleichung hier erfüllt ist, zeigt die nachstehende Rechnung, die sich jedoch nur auf die drei ersten Glieder erstreckt:

I. Reihe:			II. Reihe:		
		$\varepsilon = 84° \; 8'$			$\varepsilon = 91° \; 4'$
	$2\varepsilon = 7° \; 33' + 180$	$\varepsilon = 93 \; 46$		$2\varepsilon = 6° \; 32' + 180$	$\varepsilon = 93 \; 16$
	$3\varepsilon = 96 \; 26 + 180$	$\varepsilon = 92 \; 9$		$3\varepsilon = 90 \; 33 + 180$	$\varepsilon = 90 \; 11$

Die Übereinstimmung der berechneten Werte ist auch hier eine sehr gute und eine Entscheidung, welcher Hypothese der Vorzug zu geben sei, darnach heute noch nicht möglich.

Der Winkel ε selbst bedeutet in dieser zweiten Hypothese den Positionswinkel, unter welchem die Richtung nach dem Zentralpunkt oder Zentralkörper des Systems der Fixsterne zu suchen ist. Im Mittel folgt für ihn

I. Reihe: $\varepsilon = 90° \; 1'$ II. Reihe: $91° \; 30'$

und die zugehörige Rektaszension ist

$$\alpha = 0° \; 1' \qquad \alpha = 1° \; 30',$$

während aus den Bewegungen der Groombridge-Sterne (p. 17 [313]) im Mittel etwa

$$\alpha = \frac{1}{2}(358° \; 4' + 1° \; 3') = 359° \; 33'$$

gefunden wurde.

Das Ergebnis der in dieser Abhandlung niedergelegten Untersuchung läßt sich dahin zusammenfassen:

1. Die Teilung des ganzen Systems der Fixsterne in einzelne Schwärme mit verschiedenen Bewegungsrichtungen, ebenso wie die Anschauung einer Art krystallinisch gebauten Raumes, in dem die Geschwindigkeitsausbreitung nach verschiedenen Richtungen eine verschiedene ist, ist zur Erklärung der eigentümlichen in den Spezialbewegungen der Sterne nachgewiesenen Gesetzmäßigkeiten weder notwendig noch gerechtfertigt.

2. Die harmonische Analyse der Eigenbewegungen der Sterne, sowohl was ihre Größe anlangt, als auch was rein statistische Abzählungen der Sterne im Verhältnisse zum Positionswinkel der Eigenbewegungen betrifft, führt vielmehr zu der Vorstellung, daß die konstatierten Gesetzmäßigkeiten den gleichen Charakter zeigen wie jene, die sich im geozentrischen Lauf der kleinen Planeten vorfinden.

3. Die Frage jedoch, ob durch diese Vorstellung schon der Beweis dafür erbracht ist, daß so wie die Planeten sich auch die Sterne in geschlossenen Bahnen um einen Zentralkörper oder einen Zentralpunkt bewegen, bleibt noch offen.

Sollte die vorliegende Abhandlung eine Anregung zur Lösung dieser Frage gegeben haben, dann hat sie ihren Hauptzweck erreicht.



DIE

GRÜNE PFLANZENWELT DER HÖHLEN

I. TEIL

MATERIALIEN ZUR SYSTEMATIK, MORPHOLOGIE UND PHYSIOLOGIE DER GRÜNEN HÖHLENVEGETATION UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG IHRES LICHTGENUSSES

VON

DR. LUDWIG LÄMMERMAYR

K. K. GYMNASIALPROFESSOR IN LEOBEN

Mit 5 Textfiguren.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 3. FEBRUAR 1911.

In absolutem Dunkel ist eine Vegetation grüner Pflanzen, nach unserer Auffassung der Assimilation ausgeschlossen. Für *Halosphaera viridis*, diese noch in 2000 *m* Tiefe des Mittelmeeres aufgefundene grüne Alge, nimmt Haeckel an, daß ihr noch das Licht der bathybischen Leuchttiere genüge. Wenn Forel im Genfersee in 60 *m* Tiefe ein Moos (*Thamnium alopecurum* var. *Lemani*) fand, so hat man dabei an durch Strömungen fortgerissene oder untergesunkene, eventuell eine Ruheperiode durchmachende Individuen gedacht, obwohl ich eine Lichtwirkung in dieser Tiefe nicht für ausgeschlossen halte. De Vries, der in den dunklen Räumen der Rotterdamer Wasserleitung nebst Schwefel- und Eisenbakterien auch *Pandorina, Volvox* und andere Grünalgen fand, denkt an Einschleppung.

An diese Beobachtungen anknüpfend, erschien es mir nicht uninteressant, die grüne, in dem oft erstaunlich geringen Genusse eines abgeschwächten Lichtes stehende Vegetation von Höhleneingängen, Stollen, Erdschlünden u. dgl. zum Gegenstande einer eingehenden, vergleichenden Forschung zu machen, wobei ich mich auf Kerner berufe, der in seinem »Pflanzenleben« (I, p. 372) auf die Pflanzenwelt solcher Lokalitäten aufmerksam macht und ihr lebhaftes Grün hervorhebt. Die Literatur ist sehr arm an solchen Hinweisen. Beck v. Managetta behandelt die Vegetation des 40 *m* tiefen Trichters, der zur Eishöhle Paradana im Tarnorwaner Walde hinabführt, und führt das Verkümmern der Samenpflanzen und Vorherrschen der Moose am Grunde auf die merkliche Schwächung des Tageslichtes mit zunehmender Tiefe zurück, G. A. Perko fand das Ende des zweiten Schlundes der

Höhle Demnice nächst Markovsina in Istrien in einer Tiefe von 23 *m* ganz bedeckt von Moosen und Farnkräutern. R. Solla erwähnt Grottenbildungen auf Lampedusa, nicht unähnlich den Karstgrotten, mit dem charakteristischen Vorkommen von *Clematis, Geranium Robertianum, Parietaria,* wogegen der Efeu an den Wölbungen fehle. Pospichal und Marchesetti geben als in Dolinen oft in großer Tiefe wachsende Farne an: *Aspidium rigidum* Sw., *Polypodium vulgare* L., *Scolopendrium vulgare* Sm., *Asplenium Adiantum nigrum* L., *Aspidium Filix mas* (L.) Sw. J. B. Jack schildert die Lebermoosvegetation von vier Stollen ober St. Christoph am Arlberge. F. Arnold gibt eine Beschreibung der Moosvegetation kleiner Kalkhöhlen in Tirol. In Rabenhorst's Kryptogamenflora (IV. Band) werden Höhlenformen beziehungsweise Höhlenstandorte einiger Moose ausdrücklich erwähnt. Eine sehr wertvolle Vervollständigung können solche Aufzeichnungen durch Messung der chemischen Lichtintensität (nach der Methode Wiesner's) und damit des Lichtgenusses der Pflanzen, sowie Feststellung des Einflusses, den das Licht auf die Morphologie und Anatomie derselben nimmt, erfahren. So hat Zukal den Lichtgenuß der Flechtenvegetation in einigen Klammen und Höhlen bestimmt und zahlreiche, durch das Licht bedingte anatomische Anpassungserscheinungen dabei nachgewiesen. Wiesner gedenkt in »Lichtgenuß der Pflanzen« p. 134 einer als »Mc. Cartneys Cave« bekannten, trichterförmig nach oben geöffneten Höhle des Yellowstone-Nationalparkes, in welcher er verschiedene kraut- und staudenartige Gewächse, unter anderen *Phacelia leucophylla* (blühend) antraf, und hebt die euphotometrische Ausbildung, beziehungsweise Einstellung der Wurzelblätter derselben auf das beschränkte, diffuse Oberlicht hervor.

Bei der im Folgenden gegebenen Schilderung der grünen Vegetation von 26 verschiedenen Höhlenlokalitäten wurde in jedem Falle tunlichst ermittelt: Seehöhe und Lage des Einganges, Gestein, Dimensionen der Höhle mindestens innerhalb der von Pflanzen besiedelten Strecke, Bodenbeschaffenheit, Außen- und Innenvegetation, Abstufung des Lichtgenusses im Höhleninnern, photometrischer Charakter der Assimilationsorgane der Innenpflanzen beziehungsweise Orientierung derselben nach Vorder-, Ober-, Unterlicht, Blüten- oder Sporenbildung, Heliotropismus der Stengel, Ergrünen und Ausbildung innerhalb normaler Grenzen oder Etiolement. Auch Beobachtungen über die Temperatur wurden teils aus der Literatur übernommen, teils selbst angestellt. Obwohl ich mir nicht verhehle, daß es noch zahlreicher Höhlenbegehungen aus den verschiedensten Gebieten bedürfen wird, um die Beziehungen der Höhlenvegetation zu den exogenen Kräften, speziell aber zum Lichte vollständig aufzuklären, glaube ich dennoch die Resultate mehrjähriger Forschung hiemit der Öffentlichkeit übergeben zu können.

I. Höhle im Kaisertale am Reiting nächst Dirnstorf bei Seiz (Obersteiermark).

Die Höhle liegt in zirka 1200 *m* Seehöhe im Kalkgestein der rechten Talflanke und hat eine Tiefe von 7·2 *m*. Der 1·8 *m* hohe und 2 *m* breite Eingang liegt gegen Südosten. Anfangs (zirka 2·5 *m*) geradlinig verlaufend, biegt die Höhle bald nach Westen um und verschmälert sich beträchtlich. Der ebene feuchte, humusreiche Boden ist reichlich mit tierischen Exkrementen gedüngt. Wenige Schritte talaufwärts beginnt schon die Krummholzregion und wachsen Pflanzen wie: *Helleborus niger* L., *Saxifraga Aizoon* Jacq., *Rhododendron hirsutum* L., *Primula Auricula* L., nebst anderen, durch Lawinen herabgebrachten alpinen Arten. Unmittelbar vor dem Höhleneingange wachsen: Ein 2 *m* hoher Strauch von *Sambucus nigra* L., *Rumex alpinus* L., *Urtica dioica* L., in Felsritzen *Asplenium trichomanes* L. und *Asplenium Ruta muraria* L., bei einem Lichtgenusse von $L = \frac{1}{1\cdot5}$ bis $\frac{1}{2}$ (22. V. 1908). Im Höhleninnern wuchsen: In 2 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{18}$, *Sambucus nigra, Urtica dioica, Asplenium trichomanes* und *Asplenium Ruta muraria*; in 4·5 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{40}$, *Urtica dioica, Asplenium trichomanes* und *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh. (Phanerogamengrenze). An der Hinterwand der Höhle, woselbst nur diffuses Licht Zutritt hat, wächst bei $L = \frac{1}{112}$ nur *Asplenium trichomanes* mit zum Teile fertilen Wedeln und ungemein zarten, sattgrünen, ansehnlichen Fiedern. Das Auftreten von Ruderalpflanzen *(Rumex, Urtica)* vor, beziehungsweise in der Höhle beweist, abgesehen von den Exkrementen, daß dieselbe gelegentlich dem Weidevieh als Unterschlupf dient. Bemerkenswert ist das Fehlen der alpinen und subalpinen Arten im Höhleninnern, sowie die Einförmigkeit, beziehungsweise der geringe Artenreichtum desselben überhaupt. Sowohl die Blätter der Phanerogamen, als auch die Wedel der Farne waren deutlich in eine zur Richtung des Vorderlichtes senkrechte Ebene eingestellt, also euphotometrisch.

II. Frauenmauerhöhle bei Eisenerz (Osteingang).

Man erreicht von der Station Prebichl aus in dreistündiger Wanderung den Osteingang dieser Höhle. Er durchbricht in 1560 *m* Höhe die Frauenmauer, ist 7 *m* breit, 6 bis 7 *m* hoch und liegt von etwa 11^h vormittags an im Schatten. Während die Vegetation der weiteren Umgebung den Charakter einer aus alpinen und subalpinen Arten sich zusammensetzenden Felsen- und Geröllhaldenflora trägt, überwiegen am Höhleneingange Pflanzen tieferer Lagen, darunter ausgesprochene Ruderalelemente. Unmittelbare Außenvegetation, bei $L = \frac{1}{7}$ (15. IX. 1908, 4. VII. 1909, 14. VII. 1909, mittags): *Chenopodium bonus Henricus* L., *Arabis alpina* L., *Heliosperma quadrifidum* (L.) A. Br., *Sisymbrium austriacum* Jacq., *Saxifraga Aizoon* Jacq., *Viola biflora* L., *Adoxa Moschatellina* L., *Glechoma hederacea* L., *Campanula rotundifolia* L., *Euphorbia Cyparissias* L., *Urtica dioica* L., *Adenostyles glabra* (Vill) DC., *Taraxacum officinale* Wigg., ein nicht näher bestimmtes Gras, *Asplenium trichomanes* L., *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh., *Solorina saccata* und *Calloplaca elegans* (Link) Th. Fr. Der bis 12 *m* Tiefe ebene Boden ist erdig und stellenweise mit tierischen Exkrementen gedüngt. Dann wird er steinig und fällt, während Höhe und Breite der Höhle sich bedeutend — letztere um mehr als das doppelte — erweitern, erst allmählich,

von 61 *m* Tiefe an aber jäh ab. Bis 4·5 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{15}$ wachsen am Boden: *Urtica dioica, Adoxa Moschatellina, Viola biflora, Glechoma hederacea* (letztere drei am 4. VII. 1909 auch blühend), nebst *Fegatella conica Corda.* In 3 *m* Höhe erblickt man *Cystopteris fragilis* in einer Nische der linksseitigen Wand. Bis 10 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{24}$, dringen vor: *Urtica dioica, Adoxa Moschatellina* (blühend), links an der Felsenwand *Campanula rotundifolia, Asplenium trichomanes, Cystopteris fragilis* und *Solorina saccata* (Phanerogamen-Grenze).

Die Assimilationsorgane der bisher angeführten Pflanzen reagierten sämtlich deutlich auf Vorderlicht, waren also euphotometrisch. Nur von *Fegatella conica,* dessen Thalluslappen im allgemeinen durch Aufwärtskrümmung ihrer Ränder sich ebenfalls annähernd in eine Vertikalebene einzustellen bestrebt waren, waren — in 10 *m* Tiefe — einige Exemplare streng horizontal dem Boden aufgelagert, obwohl das Vorderlicht daselbst dreimal so stark wie das Oberlicht war. Ich glaube nicht, daß die Unterschiedsempfindlichkeit, die sonst so wohlentwickelt und speziell für die Einstellung der Assimilationsorgane von Höhlenpflanzen in die günstigste fixe Lichtlage so notwendig ist, etwa bei dieser Pflanze gerade gering entwickelt sei. Ihr sonstiges Verhalten spricht durchaus nicht dafür, so daß ich in dem geschilderten Falle vorläufig unbekannte, vielleicht rein zufällige Ursachen annehmen muß. In 15·3 *m* Tiefe wächst an der Felswand zur Linken nahe der zum Gedächtnisse an den Besuch durch weiland Ihre Majestät Kaiserin Elisabeth im Jahre 1885 eingefügten Marmortafel noch *Asplenium trichomanes* bei $L = \frac{1}{84}$ fertil. Von hier an ist die Höhle scheinbar vegetationslos. Doch glaubte ich schon das erste Mal in der damals sehr trockenen Höhle in 37 *m* Tiefe an der Vorderseite größerer, dem Eingange zugekehrter Felsen einen grünlichen, moosartigen, stark eingetrockneten Überzug wahrgenommen zu haben, der sich nicht ohne wesentliche Beschädigung ablösen ließ und zur näheren Untersuchung daher wenig geeignet erwies. Am 4. VII. 1909 war die Höhle infolge der Schneeschmelze überreich an Sickerwasser, welches von etwa 18 *m* Tiefe an häufig von der Decke herabtropfte, ja stellenweise sogar in einer kontinuierlichen, kräftigen Traufe herabkam. Hier in 39 *m* Tiefe, auf einer Felsenkanzel, in der sich die sogenannten »Brunnen«, halbmetertiefe, vom Tropfwasser ausgewaschene Löcher befinden, fand ich an der dem Eingange zugekehrten Seite der Felsen algenartig in der Bahn des abfließenden Wassers ein Moos in sterilen, flachen, sattgrünen Rasen, welche man samt der anhaftenden dünnen Humusschichte leicht ablösen konnte. Dr. Glowacki in Marburg bestimmte es als eine bisher noch nirgends beschriebene Höhlenform von *Isopterygium depressum* (Bruck) Mitt., welche eine Parallelform zur var. *nanum* von *Isopterygium elegans* darstelle. Nach seinem Vorschlage bezeichne ich die Pflanze als: *Isopterygium depressum* (Bruck) Mitt. var. *cavernarum mihi.*

Die Temperatur in dieser Tiefe der Höhle war erheblich niedriger als am Eingange, beziehungsweise vor der Höhle, die Luft so mit Wasserdampf gesättigt, daß man, im Hintergrunde stehend, den Eingang wie durch einen grauen Dunstschleier sah. An eine genaue Bestimmung der Lichtintensität war unter diesen Verhältnissen — von der gerade am Standorte des Mooses kräftig entwickelten Traufe abgesehen — nicht zu denken. Doch hatte ich vorsichtshalber schon am 15. IX. 1908 hier eine Lichtmessung vorgenommen, welche (in 39 *m* Tiefe) einen Wert von $L = \frac{1}{1200}$ (nach gut übereinstimmenden Beobachtungen mit Vindobona-Zelloidin-matt, und Bromsilberpapier [Infallible]) ergab. Die atmosphärischen Verhältnisse waren damals einer Lichtmessung besonders günstig. Wolkenloser Himmel und der hohe Stand der Sonne (Mittags) bewirkten eine nahezu völlige Unveränderlichkeit der Lichtintensität (wie Kontrollmessungen ergaben) innerhalb der zu den Messungen in der Höhle benötigten Zeit.

Zweifellos war — am 4. VII. 1909 — die Abschwächung des Lichtes infolge der Absorption durch die Wasserdunsthülle (von welcher auch die Wärmestrahlen in hohem Maße zurückbehalten wurden)

eine noch viel weitergehende. Ich verschließe mich keineswegs dem Einwande, daß der obige Wert von $L = \frac{1}{1200}$ möglicherweise zu niedrig, also fehlerhaft sei. Denn einmal ist es wahrscheinlich, daß die verwendeten lichtempfindlichen Papiere bei so geringer Beleuchtungsstärke dem Gesetze $J\,t = J'\,t'$ nicht mehr genau entsprechen, sondern zu lange Expositionsdauer erfordern, und dann ist nach Wiesner bei einer über $\frac{1}{80}$ hinausgehenden Lichtreduktion die spektrale Zusammensetzung des Außen- und Innenlichtes nicht mehr die gleiche, weshalb Bestimmungen des relativen Lichtgenusses unter diesem Werte mit einem kleinen Fehler behaftet sind. Anderseits ist aber eine solche Abschwächung des Lichtes schon mit Rücksicht auf die große Tiefe (rund 40 *m*) nicht unwahrscheinlich.

Bei welch geringen Graden der Beleuchtung aber niedere grüne Pflanzen noch zu existieren vermögen, dafür ist das von Forel in 60 *m* Tiefe des Genfersees auf einer Barre aufgefundene *Thamnium alopecurum* var. *Lemani* in einer eigentümlich veränderten Form ein treffliches Beispiel. Sicherlich blieb in dieser Tiefe mit Rücksicht auf die starke Vernichtung des Lichtes beim Durchgange durch die oberen Wasserschichten (Linsbauer fand im Traunsee in 5 *m* Tiefe nur mehr eine Lichtintensität von $\frac{1}{70}$!) die Lichtreduktion hinter dem von mir in dieser Höhle ermittelten Werte nicht zurück. Eine für das Auge auffälligere Vegetation ist von 39 *m* an nicht mehr zu erblicken, obwohl das Licht bis 61 *m* reicht. Doch halte ich es auf Grund später gemachter Erfahrungen nicht für ausgeschlossen, daß mir vielleicht am Gestein daselbst angesiedelte Algen entgangen seien. Die nur zehn Arten umfassende Flora des Osteinganges ist als ärmlich zu bezeichnen. Charakteristisch ist, daß sie ausnahmslos Stauden und fast durchwegs ausgesprochene Schattenpflanzen (*Glechoma*, *Viola*, *Adoxa*, *Fegatella*) umfaßt, ein Punkt, in welchem, wie noch wiederholt gezeigt werden soll, die Höhlenvegetation mit der Waldbodenvegetation völlig übereinstimmt. Alpine Arten fehlen. Beide Farne waren, bei den ermittelten Lichtintensitäten, in der Höhle fertil. Auch *Solorina* trug Apothecien. Dagegen waren an *Fegatella* keinerlei Vermehrungsorgane ersichtlich und die Rasen von *Isopterygium* steril. Von *Adoxa* wäre der hohe Standort (nach Sauter in Salzburg nur bis 1300 *m*) hervorzuheben. Auch für *Isopterygium depressum* (Normalform) gibt Breidler in Steiermark nur 300 bis 1000 *m* an. In der Höhle herrscht eine nicht unbeträchtliche Luftströmung.

III. Höhle am Häuselberge bei Leoben.

Die Südwand des 720 *m* hohen Häuselberges ist von einer Menge kleiner Spalten und Höhlen durchsetzt. Die geräumigste derselben liegt ungefähr 620 *m* hoch und hat einen gegen Süden gerichteten, 2 *m* hohen und 6·3 *m* breiten Eingang bei 6·3 *m* Tiefe. Der — oft sehr trockene — steinige Boden steigt schwach an, während die Decke sich rasch herabsenkt, so daß man schon in 4 *m* Tiefe nur mehr gebückt (Höhe 1 *m*), in 6 *m* Tiefe nur mehr kriechend (Höhe 50 *cm*) sich fortbewegen kann. Die Felsen des Portales erhalten stundenlang sehr starkes direktes, der Boden der Höhle bis zu zirka 3 *m* Tiefe wenigstens zeitweilig intensives Sonnenlicht. Außenvegetation am 24. IX. 1908, $L = \frac{1}{2 \cdot 5}$ (2^h p. m. diffuses Licht): *Corylus Avellana* L., *Berberis vulgaris* L., *Fragaria vesca* L., *Rosa canina* L., *Ribes Grossularia* L., *Cyclamen europaeum* L., *Euphorbia Cyparissias* L., *Centaurea Jacea* L., *Lactuca muralis* (L.) Fres. ferner unmittelbar am Felsen *Anemone styriaca* Pritzel, *Potentilla canlescens* L., *Asplenium trichomanes* L., *Asplenium Ruta muraria* L. In 3·6 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{10}$ wuchsen: *Urtica dioica* und *Lactuca muralis*. In 4 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{13}$ traf ich *Asplenium Ruta muraria*; in 4·5 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{21}$ einen Stock von *Corylus Avellana* mit 12 Blättern und deutlich positiv heliotropischem Stamm (zwei Jahre später war die Pflanze

nicht mehr vorhanden, vielleicht zu Feuerungszwecken verwendet), außerdem an der linken Wand reichlich *Asplenium trichomanes*. In 6·3 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{92}$ gediehen neben wenigen fertilen, fast nur junge Exemplare und jüngste Entwicklungsstadien der ungeschlechtlichen Generation dieses Farnes. Am 14. IX. 1909 fand ich in 1 *m* Tiefe bei $L = \frac{1}{4}$ auch *Urtica urens* L. Die Assimilationsorgane der angeführten Höhlenpflanzen waren durchwegs auf Vorderlicht eingestellt, euphotometrisch Die Artenarmut ist wohl zum Teil durch den plötzlichen Abfall der Lichtintensität (von 5 *m* Tiefe an), zum Teil auch durch die geringe Humusschichte und große Trockenheit erklärlich. Am meisten fiel mir die außerordentliche Verschiedenheit der Wedel von *Asplenium trichomanes* am Portal der Höhle und im Innern derselben auf. Erstere, der tagsüber sich stark erhitzenden Felswand angeschmiegt, sind $\left(\text{bei } L = \frac{1}{2 \cdot 5}\right)$ von gedrungener Gestalt, klein, derb, fast spröde und dadurch an das südliche *Cheilanthes fragrans* gemahnend, gelb-, oder braungrün, letztere, der felsigen Höhlenwand oder dem Erdreiche anliegend $\left(\text{bei } L = \frac{1}{92}\right)$ außerordentlich zart, weich, mit schlaffen, tiefgrünen, *Hymenophyllum*-artig dünnen Fiedern. Zwischen diesen extremen Licht- und Schattenformen des Höhleneinganges beziehungsweise Hintergrundes liegen die verbindenden Mittelformen aus dem Verlaufe der Höhle. Die Ausbildung der Wedel dieses ungewöhnlich anpassungsfähigen Farnes kann geradezu als ein Gradmesser der jeweiligen Lichtintensität gelten, indem seine Fiedern bei hohen Intensitätsgraden (dem Maximum des Lichtgenusses der Pflanze) klein, derb, hellgrün sind, mit dem Abnehmen der Beleuchtungsstärke zunächst bis zu einem gewissen Werte derselben (Optimum des Lichtgenusses) an Größe zunehmen (während die Dicke reduziert wird und ein sattgrüner Ton auftritt), bei weiterem Sinken des Lichtgenusses (bis zum Minimum desselben), aber wieder kleiner werden, während ihre zarte Beschaffenheit, die sattgrüne Farbe und Sporenbildung erhalten bleibt. Wiesner hat eine analoge Beziehung zwischen Fiedergröße und Lichtstärke bei *Drymoglossum nummulariaefolium* gefunden.

IV. Wildfrauenhöhle bei Gmeingrube (Obersteiermark).

Der Eingang zu dieser Höhle befindet sich im letzten Drittel des von Wolkersdorf auf die 1060 *m* hohe Friesingwand führenden Steiges in zirka 900 *m* Höhe. Er ist 2 bis 2·5 *m* hoch, 3 *m* breit und gegen Nordwesten gelegen. Die Tiefe der Höhle beträgt 13 *m*. Der Boden, trocken, steinig und bis 10 *m* eben, steigt dann beträchtlich an, während sich die Breite auf $\frac{1}{3}$ verschmälert. Interessant ist — in Anbetracht der geringen Seehöhe — vor der Höhle das Vorkommen von: *Gentiana vulgaris* (Neilr.), *Primula Auricula* L., *Achillea Clavenae* L., *Rhododendron hirsutum* L., *Arabis alpina* L. Dem Eingange zunächst wachsen noch bei $L = \frac{1}{2 \cdot 3}$ *Clematis alpina* (L.) Mill., *Erica carnea* L., *Fragaria vesca* L., *Polygala amara* L., *Campanula rotundifolia* L., *Cyclamen europaeum* L., *Valeriana tripteris* L., *Lactuca muralis* (L). Fres., *Asplenium trichomanes* L., *Phegopteris Robertiana* (Hoffm.) A. Br. In 1·2 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{6 \cdot 4}$ (3. X. 1908), wuchsen: *Arabis alpina, Myosotis silvatica* Hoffm., *Asplenium trichomanes*. In 4 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{20}$ gedieh *Lactuca muralis, Asplenium trichomanes* und ein Laubmoos; letztere beide auch noch in 5·2 *m* Tiefe, wo $L = \frac{1}{34 \cdot 5}$. In 8 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{126}$ stand eine kaum 4 *cm* hohe, stark gelblich gefärbte Dikotylen-Keimpflanze. In 9·6 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{322}$ waren noch graugrüne Überzüge an der

Vorderseite von Kalktrümmern, die den Boden bedeckten, zu erblicken. Sie erwiesen sich als Kolonien einzelliger Cyanophyceen. Auch hier läßt offenbar Trockenheit und geringe Humusbildung eine nur kümmerliche Flora im Höhleninnern aufkommen.

Das Auftreten der Keimpflanze in 8 *m* Tiefe ist deswegen bemerkenswert, weil derartige, halb oder ganz etiolierte Pflanzen in der Natur, wie Wiesner betont, nur äußerst selten anzutreffen sind, da sie im Kampfe mit anderen Pflanzen alsbald völlig unterdrückt werden. Da nun diese Konkurrenz in Höhlen von vornherein geringer und in vorliegendem Falle auf ein Minimum herabgemindert ist, ist das geschilderte Verhalten der Pflanze immerhin erklärlich.

V. Höhle unfern voriger.

Wenige Schritte in westlicher Richtung von voriger Höhle entfernt befindet sich im Kalkgestein eine 2·2 *m* tiefe Nische, deren 80 *cm* breiter und 1·6 *m* hoher Eingang nach Nordnordwest gerichtet ist. Da ein mächtiger Holzschlag bis unmittelbar an den Fuß der Felsen hier heraufzieht, ist die Vegetation vor der Höhle eine wesentlich andere als im vorigen Falle und besteht im allgemeinen aus: *Epilobium hirsutum* L., *Epilobium montanum* L., *Petasites niveus* (Vill.) Baumg., *Asplenium viride* Huds., *Asplenium trichomanes* L., *Phegopteris Robertiana* (Hoffm.) A. Br., bei $L = \frac{1}{7 \cdot 5}$ (3. X. 1908, 3^h p. m., Schatten). In 1 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{16}$ wuchs zahlreich *Lactuca muralis* (L.) Fres.; knapp hinter dem Eingange erhöht sich die Höhlendecke auf 2·1 *m*. Im Höhlenhintergrunde, bei 2·1 *m* und $L = \frac{1}{52}$ stand ein reichbeblätterter, 1 *m* hoher Strauch von *Sambucus nigra* L. nebst *Lactuca muralis* und unmittelbar an der Felswand *Asplenium viride* und *Phegopteris Robertiana.* Der Hollunderstamm wuchs fast gerade aufwärts, zeigte also keinen merklichen positiven Heliotropismus, während die Blätter desselben, gleich denen der übrigen Höhlenvegetation deutlich enphotometrisch waren. Der Lichtgenuß, bei dem *Sambucus nigra* hier noch vollkommen normal gedeiht, dürfte dem Minimum desselben schon stark genähert sein, das Wiesner fand, daß im Schatten von *Carpinus Betulus* bei $L = \frac{1}{58}$ *Sambucus nigra* L., *Evonymus europaeus* und *Evonymus verrucosus* schon verkümmern (Lichtgenuß der Pflanzen, p. 166).

VI. Höhle im Gössgraben bei Leoben.

Wenn man von Kaltenbrunn den Gössgraben aufwärts wandert, kommt man nach zirka zehn Minuten an einer im Gneis des Berghanges zur Linken sich öffnenden Kluft vorüber. Der nach Nordwesten gerichtete Eingang liegt in zirka 700 *m* Seehöhe, ist 1·6 *m* hoch, 0·9 *m* breit und führt 10·5 *m* weit ins Innere. Dichter Wald der gegenüberliegenden Talflanke beschattet ihn und gestattet dem direkten Sonnenlichte nur für wenige Augenblicke des Nachmittags Zutritt. Außenvegetation am 2. XI. 1908, $L = \frac{1}{8}$ *Stellaria media* L., *Rubus Idaeus* L., *Urtica divica* L., *Glechoma hederacea* L., *Epilobium montanum* L. *Galeopsis Tetrahit* L., *Lamium maculatum* L., *Oxalis Acetosella* L., *Polypodium vulgare* L., *Aspidium Filix mas* L. Sw., *Athyrium Filix femina* L. Roth, *Asplenium trichomanes* L. An einer Stelle war letzterer Farn sogar auf der Unterseite einspringender Felsplatten angesiedelt. Ich führe dies ausdrücklich an, weil bis jetzt Fälle von nach Unterlicht orientierten Pflanzen nicht allzuviele bekannt geworden sind. Trotz der geringen Intensität dieses Unterlichtes $\left(L = \frac{1}{90}\right)$ war der Farn, wenn auch ersichtlich zwerghaft (Fiedern nur 2 *mm* lang und ebenso breit), so doch sonst normal und reichlich fruchtend entwickelt. Der

Boden der Kluft ist eben, erdig, feucht und mit Exkrementen gedüngt. In 3·6 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{40}$ wuchsen am Boden: *Glechoma hederacea, Oxalis Acetosella, Urtica dioica, Athyrium Filix femina*; in 5·4 *m* Tiefe, $\frac{1}{100}$ nur ein Laubmoos und *Fegatella conica* Cord., welches seine Thalluslappen an den Boden hie und da bedeckenden Steinen und Holzstückchen aufgerichtet hatte und so in eine Ebene senkrecht zur Richtung des Vorderlichtes einzustellen bestrebt war. Auch die Blätter der übrigen Pflanzen waren euphotometrisch. Von hier an bis zum Ende ist die Kluft völlig pflanzenleer und dunkel.

VII. Felsspalte am Häuselberge bei Leoben.

Wenige Meter unterhalb der in III. beschriebenen Höhle liegt eine enge Gesteinsspalte mit 1·5 *m* hohem, 0·6 *m* breitem, nach Süden gerichtetem Eingange, welche sich ungefähr 5 *m* einwärts erstreckt. Der Boden ist ungemein trocken, felsig und fällt rasch ab. Außenvegetation am 7. XI. 1908, $L = \frac{1}{6}$: *Cornus sanguinea* L., *Berberis vulgaris* L., *Rosa canina* L., *Fragaria vesca, Potentilla caulescens* L., *Viola silvestris* Lam., *Cyclamen europaeum* L., *Euphorbia Cyparissias* L., *Achillea Millefolium* L., *Solidago Virga aurea L.*, *Lactuca muralis* L., *Asplenium trichomanes* L. Dabei ist zu berücksichtigen, daß zur Zeit der Messung die in der weiteren Umgebung befindlichen Sträucher schon entlaubt waren. Zur Zeit ihrer vollen Belaubung dürfte das den Höhleneingang und die unmittelbar davor befindlichen Pflanzen treffende Außenlicht sicherlich mindestens auf die Hälfte des angegebenen Wertes herabgesetzt sein und damit auch die Vegetation des Höhleninnern unter wesentlich ungünstigeren Beleuchtungsverhältnissen stehen, als am 7. XI. 1908 ermittelt wurde. Damals fand ich in 0·5 *m* Tiefe bei $L = \frac{1}{38}$ nur *Asplenium trichomanes* fertil. Gelegentlich eines zweiten Besuches (14. IX. 1909) fiel mir in dieser Tiefe ein im Vorjahre nicht vorhanden gewesenes spannenhohes, mit nur vier normal geformten, aber außergewöhnlich dünnen, trübgrünen Blättern besetztes Exemplar von *Quercus Robur* L. auf. Eine vorgenommene Messung ergab $L = \frac{1}{48}$ (die Sträucher außen waren noch teilweise belaubt). Ein Jahr später war *Quercus Robur* wieder verschwunden. In 1·2 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{125}$ (7. XI. 1908) fand ich *Asplenium trichomanes*, ebenso in 2·2 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{210}$, beidemale in sterilen Jugendformen. An einigen Stellen der Seitenwand waren hier auch abgestorbene fiederlose Wedel dieses Farnes zu erblicken. Von 2·2 *m* an ist die Spalte pflanzenleer. Das Auftreten von *Quercus Robur* befremdet zunächst dadurch, daß Bäume dieser Art in ziemlich weitem Umkreise der Spalte nicht vorkommen. Doch ist gerade bei dieser Pflanze eine Verschleppung der Früchte durch Tiere selbst aus weiter Entfernung leicht möglich. Das Verschwinden der Pflanze innerhalb Jahresfrist ist sicherlich darauf zurückzuführen, daß sie hier den größten Teil der Vegetationsperiode hindurch unter Beleuchtungsverhältnissen stand, welche weit unter dem Minimum ihres Lichtgenusses $\left(\text{nach Wiesner } L_{min.} = \frac{1}{26}\right)$ bleiben. Darauf weist ja auch ihr entschieden nicht normaler Habitus hin. Derartige zufällig eingeschleppte Pflanzen, welche vom Boden mangels genügender Beleuchtung nur vorübergehend Besitz ergreifen, dürften in Höhlen nicht so selten anzutreffen sein; doch unterliegt ihre Auffindung begreiflicherweise rein zufälligen Umständen.

VIII. Höhle oberhalb St. Peter-Freyenstein (Obersteiermark).

Zwischen dem oberen Tollinggraben und dem Wallfahrtskirchlein Freyenstein ziehen sich steil abfallende Kalkwände, durch zahlreiche Höhlenbildungen ausgezeichnet, hin. Die im Folgenden zu beschreibende Höhle liegt in 720 *m* Seehöhe, ist 8·2 *m* tief und öffnet ihr 2·5 *m* hohes, 3·5 *m* breites Portal nach Südwesten. Der schwach ansteigende Boden ist trocken, steinig, doch einer Humusschichte nicht entbehrend. An manchen Stellen fällt Tropfwasser von der Decke. Außenvegetation, $L = \frac{1}{2}$ (1. und 22. V. 1909, 2^h p.m.) *Picea excelsa* (Poir) Lk., *Larix decidua* Mill., *Polygonatum verticillatum* (L.) All., *Corylus Avellana* L., *Berberis vulgaris* L., *Erysimum Pannonicum* Cr., *Rosa canina* L., *Crataegus Oxyacantha* L., *Amelanchier ovalis* Medic., *Potentilla erecta* (L.) Hampe, *Chamaebuxus alpestris* Spach, *Sambucus nigra* L., *Viburnum Lantana* L., *Euphorbia Cyparissias* L., *Taraxacum officinale* Wigg, *Fegatella conica* Cord. und unmittelbar am Felsen *Moehringia muscosa* L., *Sempervivum montanum* L. *Asplenium trichomanes* L., *Asplenium Ruta muraria* L. 0·9 *m* einwärts wuchsen, bei $L = \frac{1}{6 \cdot 8}$ am Boden ein 0·5 *m* hoher Strauch von *Corylus Avellana, Berberis vulgaris, Lactuca muralis,* an der Seitenwand die charakteristischen Schöpfe der *Moehringia muscosa,* zum Teil auch von der Höhlendecke herabhängend und dann auf Unterlicht $\left(L = \frac{1}{40}\right)$ eingestellt. Die an der Seitenwand angesiedelten Exemplare der Pflanze trugen Blüten, welche deutlich in die Lichtrichtung (Vorderlicht) eingestellt waren. In 1·8 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{20}$ gediehen am Boden: *Corylus Avellana, Lactuca muralis* und Gräser. In 2·2 *m* Tiefe beobachtete ich an der Decke einen Stock von *Asplenium trichomanes*, auf Unterlicht $\left(L = \frac{1}{85}\right)$ eingestellt, normal entwickelt, fertil. In 2·7 *m* Tiefe, bei $L = \frac{1}{50}$ wuchs am Boden *Sambucus nigra* (0·5 *m* hoch), *Viburnum Lantana, Asplenium trichomanes.* In 5·4 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{70}$ *Lactuca muralis* (Phanerogamengrenze). Zwischen 6·3 *m* und 7·2 *m* war *Asplenium trichomanes* häufig, der auch in 8·2 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{340}$, zum Teil noch fertil, meist aber nur in sterilen Jugendformen auftrat. Bis zu zirka 4 *m* Tiefe kann direktes Sonnenlicht durch mehrere Stunden im Tage ins Höhleninnere gelangen. Die Vegetationsorgane der angeführten Pflanzen waren durchwegs euphotometrisch, die Unterschiede in der Ausbildung der Wedel von *Asplenium trichomanes* außen und innen dieselben wie in III.

IX. Kluft am Häuselberge bei Leoben.

In der schon mehrfach genannten Südwand dieses Berges öffnet sich in zirka 650 *m* Höhe unter einem überhängenden Blocke der Einstieg in eine dunkle, gleich anfangs stark geneigte, nach wenigen Metern aber geradezu senkrecht ins Innere abstürzende Kluft. Der nach Süden gerichtete, 1·2 *m* hohe, 2 *m* breite Eingang wird von einem unmittelbar davor sich erhebenden schütteren Fichtenbestande beschattet. Außenvegetation, $L = \frac{1}{3}$ (9. V. 1909): *Carex praecox* Schreb., *Anemone styriaca* Pritzel, *Asplenium trichomanes* L., *Asplenium Ruta muraria* L., *Phegopteris Robertiana* (Hoffm.) A. Br., *Hypnum rugosum* (Ehrbg.), steril, nebst einer nicht blühenden *Sempervivum*-Art. Direkt am Eingange, zum Teil schon einwärts, bei $L = \frac{1}{10}$ wuchsen *Asplenium trichomanes* und *Hypnum rugosum.* In 40 *cm* Tiefe

vegetierten an der linken Wand bei $L = \frac{1}{280}$ noch fertile Exemplare von *Asplenium trichomanes.* In $1 \cdot 8\,m$ Tiefe befanden sich nahe der hinter dem überhängenden Eingange sich wieder aufwölbenden Decke noch mehrere Stöcke dieses Farnes, deren Wedel zumeist abgestorben und fiederlos waren. Wo aber Fiedern noch vorhanden waren, waren dieselben ungemein dünn, durchscheinend, dunkelgrün, sporenlos und von einer von der Normalform stark abweichenden Gestalt. Mehrmals mit Vindobona-Zelloidin, sowie Bromsilberpapier vorgenommene Messungen ergaben einen Lichtgenuß von nicht über $\frac{1}{960}$. Aber selbst noch näher der Decke und daher bei noch geringerer Beleuchtungsstärke waren Jugendstadien dieses Farnes zu beobachten. Direktes Sonnenlicht ist für beide Standorte absolut ausgeschlossen. Die Kluft ist feucht, kalt und im übrigen Verlaufe pflanzenleer.

Fig. 1.



Stationäre Jugendform von *Asplenium trichomanes* L. $\left(L = \frac{1}{960}\right.$ (?), Häuselberg, IX.$\left.\right)$ Natürliche Größe.

X. Erdschlund bei Leoben.

Der im Gebiete des am linken Murufer streichenden Kohlenzuges intensiv betriebene Bergbau am Münzenberge und im Seegraben hat daselbst im Gelände eine Reihe interessanter Veränderungen, wie Risse, Pingen und Einsturztrichter geschaffen. Es erschien mir nicht uninteressant, auch an diesen Lokalitäten die Veränderungen der Vegetation mit der Abschwächung des Oberlichtes zu studieren. Schon früher hatte ich wiederholt wahrgenommen, daß in solchen, oft bis $6\,m$ und darüber tiefen Rissen, deren Breite von wenigen Dezimetern bis zu mehreren Metern variiert, eine verhältnismäßig üppige Vegetation, die zumeist aus *Sambucus nigra* L., *Acer Pseudoplatanus* L., in größerer Tiefe aber hauptsächlich aus Farnen wie: *Aspidium Filix mas* (L.) Sw., *Athyrium Filix femina* (L.) Roth, *Phegopteris Robertiana* (Hoffm.) A. Br., *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh. und *Asplenium trichomanes* L. besteht, angesiedelt ist. Die meisten dieser Risse und Trichter befinden sich auf einer der Sonnenstrahlung außerordentlich exponierten, wenig geneigten Bergwiese in etwa $750\,m$ Seehöhe. Die genannten Farne kommen zwar auch im weiteren Umkreise (im Schutze des Waldes oder von Felsen), nicht aber auf der Wiese selbst vor, da ihnen hier die Beleuchtung zu intensiv ist. Da eine Lichtmessung in den schmalen Rissen unmöglich ist, mußte ich mich bei meinen Untersuchungen auf einen breiteren, seichten Schlund beschränken. Er hatte ungefähr die Form einer Trichterhälfte. Die Tiefe betrug $3\,m$, der Durchmesser des Randes $4\,m$. Die eine Seite wurde von einer senkrechten Konglomeratwand, die Gegenseite von einer unter 45° geneigten Lehmhalde gebildet. Die Vegetation des Wiesenrückens, beziehungsweise Trichterrandes bestand, bei $L = \frac{1}{1 \cdot 1}$ (31. V. 1909) hauptsächlich aus: *Ajuga reptans* L., *Fragaria vesca* L., *Genista sagittalis* L., *Polygala amara* L., *Sedum acre* L., *Salvia pratensis* L., *Trifolium pratense* L., *Campanula patula* L., *Euphorbia Cyparissias* L., *Centaurea Jacea* L., vielen Gräsern, vereinzelten

zelnten Exemplaren von *Larix decidua* Mill., *Salix Caprea* L., *Betula verrucosa* Erh. In 1·7 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{2\cdot 3}$ wuchsen auf der Lehmhalde: *Salix Caprea, Tussilago Farfara* L., *Taraxacum officinale* Wigg. mit (*Salix Caprea* ausgenommen) deutlich auf Oberlicht eingestellten euphotometrischen Blättern. In 2·5 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{12}$, nahe der Konglomeratwand, wuchsen: *Verbascum nigrum* L., *Campanula Trachelium* L., *Athyrium Filix femina* (L.) Roth, *Cystopteris fragilis, Asplenium trichomanes.* Letzterer wuchs auch noch ganz am Grunde bei $L = \frac{1}{18}$. Hier, wo im Konglomeratgestein sich neuerdings enge Risse und Spalten öffnen, herrscht eine merklich tiefere Temperatur. Die Wände dieser abwärts ziehenden Risse sind noch tief hinab mit (nicht erreichbaren) Moosrasen ausgekleidet.

XI. Frauenmauerhöhle bei Eisenerz (Westeingang).

Der Westeingang dieser Höhle liegt oberhalb der Gsollalpe in 1335 (nach Fugger[1] 1435) *m* Seehöhe und besteht aus drei ungleich großen Öffnungen. Gegenwartig führt zum Haupteingange eine gut angelegte Holzstiege. Westlich von demselben steht, knapp vor der Holzwand, zwischen ihm und der links davon befindlichen kleineren Öffnung, eine mächtige Fichte. Aus der Außenvegetation hebe ich, bei $L = \frac{1}{2\cdot 3}$ (14. VII. 1909), hervor: *Rosa alpina* L., *Aconitum Vulparia* Rchb., *Ranunculus montanus* Willd., *Rumex alpinus* L., *Adoxa Moschatellina* L., *Valeriana saxatilis* L., *Valeriana montana* L., *Cirsium Erisithales* (L.) Scop., *Adenostyles glabra* (Vill.) DC., *Centaurea montana* L., *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh., an den Felsen *Calloplaca elegans* (Link) Th. Fr. 1 *m* vom Ende des Stiegengeländers entfernt, in dem schmalen (1·2 *m* breiten) Felseneinstiege wächst links am Boden bei $L = \frac{1}{3\cdot 6}$ *Adoxa Moschatellina* und *Adenostyles glabra*; in 3 *m* Entfernung bei $L = \frac{1}{11}$ *Adoxa Moschatellina* und *Mnium riparium* Mitt., in 8 *m* Tiefe rechts am Felsen: *Mnium riparium, Bryum capillare* L., *Myurella apiculata* (Hüb.) Br. eur. bei $L = \frac{1}{25}$; in 11 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{40}$ *Hygroamblystegium filicinum* in einer Kümmerform. Der Höhleneingang erweitert sich nach 8 *m* Tiefe bedeutend (Breite 6 *m*). Hier liegt in 17 *m* Tiefe ungefähr in der Mitte ein Felsblock, der außer vom Haupteingange auch von der westlichen, tiefer gelegenen Öffnung Licht erhält. Dieser Block ist an seiner reichlich durch Tropfwasser benetzten Vorderseite ganz überzogen mit den glänzend grünen Feilen von *Isopterygium depressum* (Bruch.) Mitt. in der Normalform $\left(L = \frac{1}{100}\right)$. Die Höhle ist zwar noch 15 *m* weiter erleuchtet, zeigt aber von 17 *m* Tiefe an keinerlei Vegetation mehr. Der Boden ist bis zu 8 *m* Tiefe humös, dann steinig und frei von Exkrementen. Das Fehlen der Ruderalpflanzen des Osteinganges ist daraus, sowie aus der schwierigeren Zugänglichkeit dieser Seite überhaupt, erklärlich.

Immerhin bleibt die Artenarmut und das Aufhören der Vegetation in viel geringerer Tiefe, beziehungsweise bei weit höheren Intensitäten als am Osteingange auffallend. Vielleicht hängt es mit der Nähe der in 57 *m* vom Westeingange sich befindenden Eiskammer zusammen. Professor Richter fand am 5. VIII. 1876 die Temperatur in derselben mit + 0·8° C, im zuführenden Gange zwischen + 9 und + 14° C schwankend. Hervorgehoben sei, daß in den vordersten Teilen des Höhleneinganges die Moosrasen zumeist noch gemischt, in größerer Tiefe, beziehungsweise bei größerer Lichtabschwächung aber

[1] Eishöhlen und Windröhren. Jahresbericht der k. k. Realschule in Salzburg, 1891 bis 1893.

artenrein sind, was wohl auf eine auslesende Wirkung des Lichtes zurückzuführen sein dürfte. Die Zusammenfassung der botanischen Durchforschung beider Eingänge ergibt, daß von den 644 *m* der Gesamtlänge der Höhle zirka 40 *m* im Osten und 17 *m* im Westen von grünen Pflanzen besiedelt sind. (Ob etwa Algen noch weiter eindringen, muß vorläufig offen bleiben). Der erwähnte westliche Seiteneingang ist 3·5 *m* breit, 4 *m* hoch und mündet nach 3 *m* in den Hauptgang ein. Der Boden ist feucht, humös, steigt rasch an und ist reichlich bewachsen mit *Mnium riparium*, *Tortula mucronifolia* Schwägr., *Fegatella conica* Cord., bei $L = \frac{1}{6 \cdot 5}$ (*Mnium riparium* fand Breidler um Leoben nur zwischen 600 bis 1000 *m*).

XII. Höhle nächst der Handlalm am Polster bei Vordernberg.

Am Wege Prebichl-Handlalm kommt man kurz vor der Handlalm an einer zur Linken im Abhange des Polsters in zirka 1550 *m* Seehöhe sich öffnenden Nische vorüber. Ihre Tiefe beträgt 6 *m*. Der 4 *m* hohe und 6 *m* breite Eingang öffnet sich nach Südosten. Der mäßig ansteigende Boden ist humös, sehr feucht und mit Ziegenexkrementen übersät. Außenvegetation, $L = \frac{1}{2 \cdot 6}$ (14. VII. 1909): *Urtica dioica* L. (dominierend), *Anemone narcissiflora* L., *Pedicularis foliosa* L., *Adenostyles glabra* (Vill.) DC., die den Eingang flankierenden Felsen sind reichlich mit *Dermatocarpon miniatum* (L.) Mann (= *Endocarpon miniatum* Körb). mit der Varietät *complicatum* Sw. bewachsen. In 3 *m* Tiefe $L = \frac{1}{4}$ wachsen *Urtica dioica* und *Cystopteris fragilis*, erstere dominierend. In 4 *m* Tiefe $L = \frac{1}{12}$ wuchs nebst vorigen beiden *Oxyrhynchium praelongum* (L.) Warnst. (= *Eurynchium praelongum* (L.) Hedw. Br. eur., sowie ein Stock von *Adenostyles glabra*, dessen Verhalten lebhaft an eine lichthungerige Zimmerpflanze oder einen zu Demonstrationszwecken aufgestellten heliotropischen Versuch erinnerte. Seine Stengel waren nämlich streng horizontal, die Blattspreiten aber genau vertikal eingestellt, zeigten also positiven Heliotropismus beziehungsweise euphotometrischen Charakter in besonders deutlicher Ausprägung. In 6 *m* Tiefe $L = \frac{1}{30}$ wucherten an den triefend nassen Wänden *Oxyrhynchium praelongum* und *Mnium rostratum* Schrad. (Letzteres ist Kosmopolit, ersteres steigt selten über 530 *m* an.)

XIII. Kreidenluke im kleinen Priel bei Hinterstoder (Oberösterreich).

Nächst dem als »Stromboding« bekannten Falle der Steyr liegt 70 *m* über dem Flusse in zirka 650 *m* Seehöhe das gegen Nordosten gewendete, zirka 5 *m* hohe und zirka 11 *m* breite Portal dieser Höhle. Nach 16 *m* Tiefe verengt sich dieselbe auf 6 *m*, in 30 *m* Tiefe auf 5 *m* Breite. Der sehr unebene, steinige humusarme Boden steigt allmählich an. Zahlreiche Mulden im ersten Drittel der Höhle bergen Wassertümpel, in denen faulende Pflanzenteile schwimmen. Aus der Höhle strömt nämlich zeitweilig Überfallwasser. »Unter der Höhle« sagt Dr. Hoffer, »dicht über dem Niveau der Steyr, mündet der Schwarzbach; nach sehr heftigen Gewittern genügt der angeschwollenen Wassermasse dieser Ausfluß nicht mehr; da strömt sie auch aus der höher gelegenen Kreidenluke heraus.«

Außenvegetation, $L = \frac{1}{3 \cdot 5}$ (5. IX. 1909): *Aconitum Vulparia* Rchb., *Aquilegia vulgaris* L., *Gentiana asclepiadea* L., *Campanula rotundifolia* L., *Valeriana montana* L., *Adenostyles glabra* (Vill.) DC., *Asplenium trichomanes* L., *Asplenium viride* Huds., *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh., *Phegopteris Robertiana* (Hoffm.) A. Br., *Fegatella conica* Cord., sowie Gräser und Moose. In 2·7 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{4 \cdot 8}$ wuchsen:

Aquilegia vulgaris, Aconitum Vulparia, Campanula rotundifolia, eine *Crucifere* mit Früchten, *Phegopteris Robertiana*; in 4·5 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{6 \cdot 2}$ *Aquilegia vulgaris, Adenostyles glabra, Campanula rotundifolia*; in 8·1 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{10}$ *Cystopteris fragilis, Asplenium trichomanes* fertil, *Timmia bavarica* Hessl; in 12·5 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{30}$ *Cystopteris fragilis, Fegatella conica, Timmia bavarica;* in 16·2 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{50}$ *Asplenium viride* (fertil), *Cystopteris fragilis* (steril); in 21·6 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{86}$ *Asplenium trichomanes* und *Asplenium viride* (beide steril), sowie *Neckera complanata* (L.) Hüb.; in 29·7 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{520}$ wuchs *Isopterygium depressum* (Bruch.) Mill., meiner Höhlenform aus der Frauenmauer stark genähert. Grüner Anflug auf der Vorderseite von Felsen deutete auf Algen. Das Licht reicht bis 48 *m*.

XIV. Stollen am Münzenberge bei Leoben.

Vergleichsweise nahm ich auch in einem Stollen des Braunkohlenbaues daselbst Lichtgenußbestimmungen vor. Das Mundloch liegt in zirka 680 *m* Seehöhe, ist 1·4 *m* hoch und 1·7 *m* breit. Vorgelagerter Wald beschattet es beträchtlich. Außenvegetation, $L = \frac{1}{9}$ (13.IX. 1909): *Fragaria vesca* L., *Galeopsis Tetrahit* L., *Rumex Acetosa* L., *Chamaenerium angustifolium* (L). Scop., *Achillea Millefolium* L. *Knautia arvensis* (L.) Coult., *Senecio nemorensis* L., *Centaurea Jacea* L., *Solidago Virga aurea* L., *Taraxacum officinale* Wigg. Unmittelbar am Eingange, $L = \frac{1}{12}$ wuchs *Chamaenerium angustifolium, Rumex Acetosa* sowie Gräser, letztere auch bis 80 *cm* einwärts, wo $L = \frac{1}{16}$. In 1 *m* Tiefe wuchs auf vermoderndem Holzgebälk des Stollenvorbaues (durch den auch von oben Licht eintreten konnte) bei $L = \frac{1}{20}$ *Mnium rostratum* Schrad. Zwischen 1 bis 2 *m*, woselbst die eigentliche Stollenzimmerung beginnt und nur Vorderlicht Zutritt hat, bedeckt den Boden eine grüne Erdalge $\left(L = \frac{1}{20} - \frac{1}{36}\right)$, desgleichen zwischen 2 bis 3 *m* Tiefe $\left(L = \frac{1}{36} - \frac{1}{60}\right)$; da und dort erscheint auch spärlicher Grasanflug. Auch in 3·5 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{80}$ tritt noch diese Erdalge auf. Von da an — das Licht reicht bis 14 *m* Tiefe — sind Pilze an der Zimmerung die einzige Vegetation. Der Boden ist erdig und feucht.

XV. Felskluft nächst der Pampichlerwarte bei Leoben.

Unterhalb derselben zieht eine Kluft etwa 8 *m* tief ins Gestein. Der nach Norden gerichtete Eingang ist 4 *m* breit und liegt in zirka 630 *m* Seehöhe. Die Seitenwände schließen erst weiter einwärts zusammen, so daß eine Strecke lang auch von oben das Licht Zutritt hat. Obwohl das Vorderlicht durch vorgelagerten Wald stark geschwächt wird, übertrifft es doch bedeutend die Stärke des Oberlichtes. Der Boden ist trocken, steinig, humusarm und steigt erheblich an.

Außenvegetation, $L = \frac{1}{4}$ (20. IX. 1909): *Geranium Robertianum* L., *Urtica dioica* L., *Lactuca muralis* (L.) Fres., *Polypodium vulgare* L., *Asplenium trichomanes* L. In 3 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{30}$ wachsen

Geranium Robertianum, Urtica dioica, Lactuca muralis, Asplenium trichomanes. Am Ende bei $L = \frac{1}{72}$ kommt nur mehr *Asplenium trichomanes,* jedoch noch sehr üppig, mit großfiederigen, sattgrünen, reichlich fruchtenden Wedeln vor. *Geranium Robertianum* dringt hier tiefer ein, als dem von Wiesner nach Beobachtungen in Friesach (Kärnten, 637 *m*) aufgestellten Minimum des Lichtgenusses dieser Pflanze $\left(L_{min} = \frac{1}{25}\right)$ entspricht. Doch habe ich anderorts die Pflanze auch noch bei geringeren Intensitäten blühend angetroffen.

XVI. Höhle oberhalb Schloß Freyenstein (Steiermark).

Zur Linken dieses im Eingange des oberen Tollinggrabens liegenden Schlößchens ragen steile Kalkfelsen auf, welche dem in VIII genannten Höhenzuge angehören. Dort befindet sich in 750 *m* Höhe der gegen Süden gerichtete 9 *m* breite, 3 *m* hohe Eingang einer Höhle von 10·4 *m* Tiefe. Hinter dem Portale steigt die Höhe auf 5 *m*. Der Boden, bis 6 *m* Tiefe humös, steigt nach 4 *m* stark an. Stellenweise tropft Wasser von der Decke. Außenvegetation, $L = \frac{1}{2}$ (25. IX. 1909): *Corylus Avellana* L., *Berberis vulgaris* L., *Erysimum Pannonicum* Cr., *Polygonatum verticillatum* (L.) All., *Cyclamen europaeum* L., *Salvia glutinosa* L., *Verbascum nigrum* L., *Campanula rapunculoides* L., *Reseda lutea* L., *Lonicera Xylosteum* L., *Euphorbia Cyparissias* L., *Sambucus nigra* L., *Achillea Millefolium* L., *Lactuca muralis* (L.) Fres., *Asplenium trichomanes* L. In 1·2 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{3}$ wuchsen an der rechten Wand *Asplenium trichomanes* und *Asplenium Ruta muraria*; in 2 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{5}$ zwei 0·5 *m* hohe Sträucher von *Sambucus nigra,* reich beblättert, *Lonicera Xylosteum* (beerentragend), *Lactuca muralis* (blühend), *Taraxacum officinale* Wigg., an Steinen *Isopterygium depressum* (Bruch) Mitt. und links an der Wand *Asplenium trichomanes*; in 4 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{25} - \frac{1}{30}$ *Lactuca muralis* (blühend), *Rubus Idaeus* L, dessen Zweige und Blätter größtenteils flach am Boden ausgebreitet waren (der hier stark ansteigt), *Urtica dioica, Asplenium trichomanes* und *Isopterygium depressum*; in 5 *m* Tiefe waren zahlreiche Jugendformen von *Asplenium trichomanes* angesiedelt. In 6 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{50} - \frac{1}{65}$ stand *Lactuca muralis* (Phanerogamengrenze), an der rechten Wand *Asplenium trichomanes*; in 6·6 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{215}$ gedieh nur mehr *Asplenium trichomanes,* meist steril, und *Isopterygium depressum.* An der Höhlendecke war in 1 *m* Tiefe ein Exemplar von *Asplenium trichomanes,* auf Unterlicht $\left(L = \frac{1}{180}\right)$ eingestellt, fertil, angesiedelt. Blätter und Wedel sämtlicher anderer Innenpflanzen waren genau nach dem Vorderlichte orientiert und euphotometrisch, die Unterschiede in der Ausbildung der Wedel von *Asplenium trichomanes* außen und innen dieselben wie in III. und VIII.

XVII. Höhle östlich voriger.

Östlich voriger Höhle und wenig tiefer als dieselbe liegt eine zweite, 15 *m* tiefe, deren 2 *m* hoher und ebenso breiter Eingang gleichfalls nach Süden gewendet ist. Vor demselben stehen zwei mächtige Fichten, ein mannshoher Hollunderstrauch, Berberitzen und Tollkirschen, wodurch das den Eingang treffende Außenlicht stark geschwächt wird. Außenvegetation, $L = \frac{1}{6} - \frac{1}{7}$ (25. IX. 1909): Außer

den eben genannten noch *Salvia glutinosa* L., *Campanula rapunculoides, Erysimum Pannonicum* Cr., an der Felswand *Moehringia muscosa* L., *Asplenium trichomanes* L., *Asplenium Ruta muraria* L. Der Hollunderstrauch wurzelt schon in der Höhle (in 1·5 *m* Tiefe), aber seine armdicken Äste sind horizontal aus derselben 2 *m* weit herausgebogen. Vertikale, schwache Äste sind zwar vorhanden, aber abgestorben. Die meisten Tollkirschenzweige liegen dem Boden an, — ein ungewohnter Anblick, aber erklärlich, da ihnen das Vorderlicht zu schwach ist und sie sich nach dem ihnen von einem größeren Himmelsausschnitte über ihnen zufließenden Oberlichte orientieren. Ein derartiges Verhalten ist speziell bei Pflanzen am Fuße hoher Felswände, die von einer gegenüber liegenden Waldlisière u. dgl. beschattet werden, häufig zu beobachten. Die Tollkirschenblätter waren — durch Drehung der Internodien — zweizeilig angeordnet und so in eine Horizontalebene gebracht. (*Gentiana asclepiadea* L. zeigt im Waldschatten dasselbe.) Die Tollkirschen trugen reichlich Früchte und zum Teil auch noch Blüten. In 2 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{20}$ wächst reichlich *Stellaria media* L. (blühend), außerdem *Lactuca muralis*, ein niedriger Strauch von *Berberis vulgaris* und *Cystopteris fragilis*. In 4 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{64}$ erreichen die Phanerogamen mit *Lactuca muralis* ihre Grenze.

In 8 *m* Tiefe beschränkt sich die Vegetation auf einen grünen Anflug an der Lichtseite von Gesteinstrümmern (Algen), der auch in 13 *m* Tiefe noch auftritt, woselbst die Lichtintensität nicht über $\frac{1}{500}$ beträgt.

XVIII. Drachenhöhle bei Mixnitz (Steiermark).

Diese Höhle liegt $1^1/_2$ Stunden oberhalb Mixnitz in 950 *m* Seehöhe in der Westwand des Rötelstein. Von dem gewaltigen, zirka 8 *m* hohen und 15 *m* breiten Portal zieht die Höhle 117 *m* in gerader Richtung einwärts, worauf sie nach rechts umbiegt. Soweit reicht auch das Licht. Höhe und Breite bleiben ziemlich konstant, nur letztere erweitert sich in 36 *m* Tiefe auf etwa 18 *m*, um dann wieder abzunehmen. Der Boden steigt nur ganz allmählich an. Den Höhleneingang beschatten vier mächtige Fichten nebst niedrigeren Buchen, Bergahornen und Haselsträuchern, sowie eine reiche Staudenvegetation. Außenvegetation, $L = \frac{1}{5}$, diffuses Licht (13. X. 1909): *Urtica dioica* L., *Rubus Idaeus* L., *Chenopodium bonus Henricus* L., *Chelidonium maius* L., *Aegopodium Podagraria* L., *Chaerophyllum aureum* L., *Geranium Robertianum* L., *Senecio nemorensis* L., *Arctium Lappa* L., *Taraxacum officinale* Wigg., davon *Rubus* und *Urtica* in nahezu mannshohen Exemplaren. Vereinzelt treten auch *Berberis vulgaris* L. und *Acer Pseudoplatanus* auf. Bis zu 2·7 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{8}$ gehen alle angeführten Pflanzen, *Acer Pseudoplatanus* ausgenommen. Zwischen 2·7 *m* und 7·2 *m* $\left(\text{woselbst } L = \frac{1}{14}\right)$ wachsen am Boden: *Aegopodium Podagraria, Chaerophyllum aureum, Bupleurum falcatum* L., *Peltaria alliacea* L., *Campanula Trachelium* L., *Geranium Robertianum* L., *Berberis vulgaris, Urtica dioica, Taraxacum officinale, Arctium Lappa, Senecio nemorensis, Achillea Millefolium,* davon *Peltaria, Campanula, Urtica, Senecio* in noch 1 *m* hohen Exemplaren; an der rechtsseitigen Felswand wachsen: *Geranium Robertianum, Lactuca muralis, Cystopteris fragilis, Asplenium trichomanes, Asplenium Ruta muraria, Phegopteris Robertiana, Eurynchium striatulum* (Spruce) Br. eur., *Neckera complanata* (L.) Hüb., links vorzugsweise blühende *Moehringia muscosa*-Büsche. Bis zu 10·8 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{24}$ dringen ein: *Urtica dioica, Chelidonium maius, Geranium Robertianum, Stellaria media, Campanula Trachelium, Senecio nemorensis, Cirsium Erisithales* (L.) Scop., *Aegopodium Podagraria, Berberis vulgaris* (2 *m* hoch), eine Trifoliumspezies, *Cystopteris fragilis,*

Asplenium trichomanes, rechts an den Felsen eine üppige Moosvegetation von: *Neckera Besseri* (Lob.) Jur., *Eurynchium praelongum* (L.) Hedw. Br. eur., *Anomodon viticulosus* (L.) Hook u. Tayl., *Madotheca platyphylla* (Lebermoos). Zwischen 10·8 *m* und 15·3 *m* $\left(\text{woselbst } L = \frac{1}{36}\right)$ wuchsen: *Rosa canina* L. (ein Stock mit 7 Blättern, ohne Früchte), *Stellaria media, Geranium Robertianum, Urtica dioica, Ranunculus Sardous* Cr., *Campanula Trachelium, Senecio nemorensis, Campanula rotundifolia* L. (mit beiderlei Blättern), *Cystopteris fragilis, Asplenium trichomanes,* sowie in 15·3 *m* Tiefe selbst an der linken Felswand: *Anomodon viticulosus* und *Madotheca platyphylla.*

Alle bisher angeführten Arten der Phanerogamen und Farne blühten oder fruchteten; die Moose dagegen waren sämtlich steril. Vereinzelte Stauden von *Senecio* waren auch hier noch 1 *m* hoch.

Zwischen 15·3 *m* und 19·8 *m* $\left(\text{wo } L = \frac{1}{47}\right)$ wuchsen: *Urtica dioica, Geranium Robertianum, Lactuca muralis, Senecio nemorensis* (letztere beide bei 19 *m* noch blühend); links, an feuchten Stellen des Bodens (Tropfwasser!) vegetierte massenhaft *Fegatella conica* Cord., an den Felsen dieser Seite *Asplenium trichomanes, Neckera Besseri, Gymnostomum rupestre, Anomodon viticulosus.* In 21·6 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{54}$ waren noch immer blühende Exemplare von *Geranium Robertianum,* auch *Stellaria media* (fruchtend) anzutreffen, wogegen *Lactuca muralis, Senecio nemorensis, Urtica dioica* zwar noch gut vegetierten, aber keine Blüten mehr hervorbrachten. Zwischen 21·6 *m* und 27 *m* war der Boden fast vegetationslos, doch trugen die Seitenwände Farne und Moose: *Asplenium trichomanes, Cystopteris fragilis Fegatella conica.* In 27 *m* Tiefe $L = \frac{1}{90}$ stand ein nicht blühendes Exemplar von *Lactuca muralis* mit vier Blättern, an Steinen wuchsen *Cystopteris fragilis* und *Isopterygium dcpressum* (Bruch) Mitt. (Übergang zur Höhlenform). Zwischen 27 und 31 *m* stand eine junge Pflanze von *Geranium Robertianum* mit zwei Keim- und 3 Stengelblättern. Zwischen 31 und 35 *m* $\left(\text{woselbst } L = \frac{1}{180}\right)$ fand ich *Neckera Besseri* und *Plagiochila interrupta* (Nees.) Dum. In 36 *m* Tiefe wuchs *Cystopteris fragilis,* sehr zart und steril. Zwischen 36 und 40 *m* wuchsen: *Fegatella conica, Cystopteris fragilis, Asplenium trichomanes* (zum Teil fertil). In 41·5 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{370}$ gedieh *Fegatella conica, Asplenium trichomanes* (steril) und *Isopterygium depressum* Bruch.) Mill. (Übergangsform). In 49 *m* Tiefe fand ich ein verkümmertes steriles Exemplar von *Asplenium trichomanes.* In 56 *m* Tiefe $L = \frac{1}{1380}$ (?) wuchsen mehrere zum Teil abgestorbene Stöcke dieses Farnes an der rechtsseitigen Felswand, daneben auch sterile Jugendformen desselben, sowie *Isopterygium depressum* (Bruch.) Mill. var. *cavernarum.* In 65 *m* Tiefe trugen Gesteinsblöcke an ihrer Vorderseite grüne Anflüge, die auch in 87 *m* Tiefe noch auftraten. In 65 *m* Tiefe war nach einer Expositionszeit, welcher eine Intensität von etwa $\frac{1}{1800}$ (?) entsprach, der Vergleichston noch immer nicht erreicht. Diese Oberflächenvegetation der Felsen bestand aus einzelligen Algen (Cyanophyceen: *Gloeocapsa?*). Das Licht reicht bis 117 *m*. Die Grenze der normalen Entwicklung der Phanerogamen liegt in 27 *m* Tiefe bei $L = \frac{1}{90}$ (*Geranium Robertianum* in 31 *m* Tiefe bei $L = \frac{1}{180}$ ist wohl nicht weiter entwicklungsfähig). Der Höhlenboden wird besonders in weiterer Entfernung vom Eingange, von rotbraunem Höhlenlehm gebildet, in dem sich stellenweise durch Tropfwasser verursachte seichte Gruben befinden. Die Seitenwände sind sehr feucht. Zukal fand, wie schon erwähnt, etwa fünf Schritte links vom Eingange das Gestein stellenweise mit einer *Trentepohlia*-Art

überzogen, auf welcher nesterförmig die *Ascus*-Form von »*Opegrapha rupestris* var. *dolomitica*, bei $L = \frac{1}{96}$ aufsaß«, und schätzt darnach das Minimum des Lichtgenusses exogener Flechten auf etwa $\frac{1}{100}$. Die Vegetation der Drachenhöhle ist mit 34 Arten grüner Pflanzen (21 Phanerogamen, vier Farne, sieben Laubmoose, zwei Lebermoose, Algen und Flechten nicht gerechnet) als ungewöhnlich reichhaltig zu bezeichnen. Der euphotometrische Charakter der Assimilationsorgane war durchwegs deutlich ausgeprägt.

XIX. Höhle in der Traning nächst Friedauwerk bei Vordernberg.

In dem zwischen Klamm und Silbersberg gelegenen Graben der »Traning« befindet sich in zirka 900 *m* Höhe eine kleine Höhle im Kalkgestein. Der 4·5 *m* hohe, 6 *m* breite Eingang liegt gegen Süden. Die Tiefe beträgt 10 *m*. In 6 *m* Tiefe verringert sich Höhe und Breite auf je 2 *m*, in 8 *m* Tiefe liegt die Höhlendecke nur mehr 1 *m* über dem Boden. Außenvegetation, $L = \frac{1}{2 \cdot 5}$ (4. V. 1910): *Berberis vulgaris* L., *Anemone Pulsatilla* L., *Urtica dioica* L., *Fragaria vesca* L., *Rosa canina* L., *Rumex Acetosa* L., *Saxifraga Aizoon* Jacq., *Saxifraga Burseriana* L., *Erica carnea* L., *Sempervivum montanum* L., *Arctium Lappa* L., *Asplenium trichomanes* L., *Asplenium Ruta muraria* L., Gräsern, und in etwas größerer Entfernung auch *Helleborus niger* L. Bis 2 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{4 \cdot 8}$ wuchsen am Boden: *Fragaria vesca, Rubus Idaeus, Rumex Acetosa, Urtica dioica, Arctium Lappa, Lactuca muralis,* sowie Gräser; an der linken Wand *Asplenium trichomanes,* rechts eine *Mnium*-Art und *Fegatella conica.* Bis 4 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{7 \cdot 2}$ dringen ein: *Urtica dioica, Campanula rapunculoides* L., *Arctium Lappa, Cystopteris fragilis* (am Boden), links an der Wand *Sedum album* (später blühend gefunden), *Lactuca muralis, Asplenium trichomanes,* rechts *Asplenium Ruta muraria* und *Mnium.* Die Höhlendecke zeigte in dieser Tiefe einen grünen Anflug (Algen?). Bis 6 *m*, $L = \frac{1}{12 \cdot 8}$ fand ich am Boden: *Urtica dioica, Stellaria media* (blühend), *Cirsium arvense* Scop., *Lactuca muralis,* links an der Wand *Asplenium trichomanes, Asplenium viride, Solorina saccata.* Bis 8 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{20}$ gedeiht *Lactuca muralis, Urtica dioica, Asplenium trichomanes, Solorina saccata*; ebenso sind diese Pflanzen nebst *Cystopteris fragilis* und *Fegatella conica* am Höhlenende bei $L = \frac{1}{35}$ zu finden. Der Boden ist trocken, eben, humös. An einer Stelle der Decke wächst *Asplenium trichomanes,* auf Unterlicht $\left(L = \frac{1}{144}\right)$ eingestellt, fertil. Einer meiner Schüler und Begleiter auf meinen Höhlenexkursionen, der die Höhle im September 1910 wieder aufsuchte, fand vor dem Eingange auch *Asperula cynanchica* L., *Cynanchum Vincetoxicum* (L.) R. Br. nebst hohem Graswuchse. In 3 *m* Tiefe fand er in einer geraden Linie quer durch die Höhle zahlreiche 1 *m* hohe Disteln, *Cirsium arvense,* gegen den Eingang unter 45 bis 50° (von der Vertikalen aus gerechnet) geneigt. In 4 *m* Tiefe betrug dieser Winkel 50°, in 6 *m* 60 bis 75°; noch tiefer rückwärts stehende Disteln lagen direkt dem Boden an. *Arctium Lappa* in 4 *m* Tiefe trug damals reichlich Früchte. Zwischen 4 und 5 *m* wuchs *Rubus Idaeus* ($^1/_2$ *m* hoch), zwischen 6 und 7 *m Sambucus nigra* und *Lactuca muralis,* blühend. *Cirsium arvense* zeigt hier sehr schön den mit abnehmender Beleuchtungsstärke bei einseitiger Lichtzufuhr immer

stärker werdenden positiven Heliotropismus der Stengel. Für *Sedum album* hat Wiesner in Friesach als normalen Lichtgenuß $L = 1 - \frac{1}{11}$ ermittelt; bis $\frac{1}{38}$ vegetiert die Pflanze, ohne zu blühen: anomales Minimum).

XX. Höhle südöstlich voriger.

Unfern voriger liegt eine 2 *m* breite, 1 *m* hohe, 8·5 *m* tiefe Spalte, gleichfalls gegen Süden offen. Außenvegetation, $L = \frac{1}{2 \cdot 6}$ (4. V. 1910): *Juniperus communis* L., *Anemone Pulsatilla, Rosa canina* L., *Rubus Idaeus* L., *Fragaria vesca* L., *Astragalus glycyphyllos* L., *Globularia cordifolia* L., *Erica carnea* L., *Saxifraga Aizoon* Jacq., *Primula Auricula* L., *Euphorbia Cyparissias* L., *Chamaebuxus alpestris* Spach., *Lactuca muralis* (L.) Fres., *Achillea Millefolium* L., *Taraxacum officinale* Wigg., *Sesleria coerulea* (L.) Host., *Asplenium trichomanes* L., *Asplenium Ruta muraria* L. Bis 1 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{3 \cdot 2}$ wachsen: *Campanula rapunculoides* L., *Lactuca muralis, Asplenium trichomanes*; bis 2 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{8}$: *Lactuca muralis, Urtica dioica, Geranium Robertianum, Euphorbia Cyparissias, Asplenium trichomanes, Cystopteris fragilis*; in 3 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{16}$ wachsen: *Geranium Robertianum, Cystopteris fragilis, Fegatella conica*; in 4 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{28}$ nur *Asplenium trichomanes* und *Isopterygium depressum* (Bruch) Mitt. Bei 4·5 *m* war die linke Seitenwand durch Tropfwasser sehr feucht, in welchem eine spangrüne Gallerte von Algen $\left(1 \cdot 5\, m \text{ über dem Boden } L = \frac{1}{400}\right)$ herabhing. In 5 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{64}$ wuchs am Boden *Isopterygium depressum*; in 7 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{250}$ bedeckte das Erdreich ein spangrüner, pulveriger Überzug von vorläufig unbestimmter Natur. Mein früher erwähnter Begleiter fand im September 1910 vor dem Eingange *Bupleurum falcatum* L. und *Alectorolophus minor* (Ehr.) Wimm. et Grab., 1·5 *m* einwärts am Höhlenboden *Chamaenerium angustifolium* (L.) Scop., *Asperula cynanchica* L., sowie zwei Exemplare einer *Orobanche*-Art.

XXI. Odelsteinhöhle bei Johnsbach (Steiermark).

Der Höhleneingang liegt in zirka 1100 *m* Seehöhe gegen Südosten, ist 1·8 *m* hoch und 2 *m* breit; nach 3·3 *m* Tiefe ist eine Tür (Lattengerüst) eingebaut; knapp vor dem Eingange führt ein Lawinengang zu Tal. Außenvegetation, $L = \frac{1}{2 \cdot 3}$ (15. V. 1910), an den Felsen: *Asplenium trichomanes* L., *Leucodon sciuroides* (L.) Schwägr., *Eucalypta vulgaris* Hoffm. (fertil) und Gräser; im Lawinengange: *Petasites niveus* (Vill.) Baumg., *Cardamine trifolia* L., *Mercurialis perennis* L. Knapp vor dem Eingange wachsen am Boden *Lamium maculatum* L. und *Urtica dioica*. 1 *m* einwärts der Wölbung, $L = \frac{1}{7}$ wuchsen *Urtica dioica, Arabis sp.*; an der Decke $\left(L = \frac{1}{180}\right)$ ein Moos; 2 *m* einwärts, $L = \frac{1}{16}$ *Arabis*; 3 *m* vom Eingange entfernt, wuchs an der Decke das eben erwähnte Moos, welches auch in einem hier etwa 4 *m* aufwärts ziehenden Kamin bis zu 2·5 *m* Höhe angesiedelt war $\left(\text{Unterlicht, } L = \frac{1}{220}\right)$; am Boden in 3·2 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{60}$, *Urtica dioica.* Zwischen 4 bis 5 *m* Tiefe, also bereits hinter der erwähnten Tür, bei $L = \frac{1}{80}$

und $\frac{1}{190}$ zeigte sich derselbe spangrüne Überzug am Boden wie in XX, und trat auch in 6 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{500}$ auf; gleichzeitig, in Ritzen der rechtsseitigen Felswand, ein Laubmoos. In 10 *m* Tiefe waren nur mehr graugrüne Flecken an der Vorderseite von Steinen zu erkennen, bei einer unbestimmten Lichtintensität. Der Boden ist bis 6 *m* erdig, feucht, eben, fällt nach 20 *m* merklich. Das Licht reicht bis etwa 30 *m*.

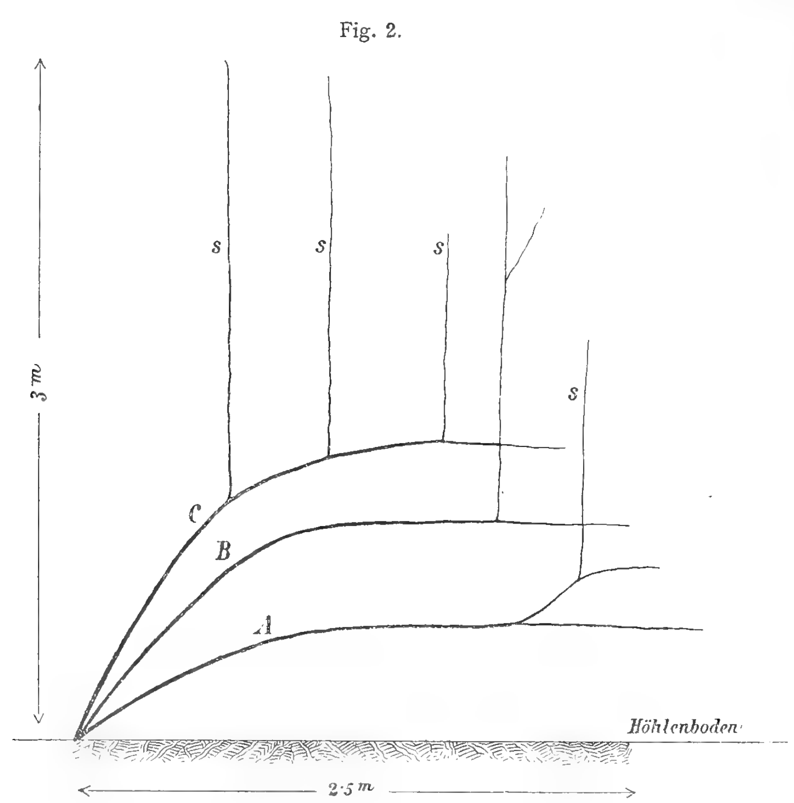
XXII. Höhle auf der Klamm bei Vordernberg.

Im Zuge der Klamm liegt in zirka 1100 *m* Seehöhe das 6·5 *m* breite, 4 *m* hohe Portal einer 20 *m* tiefen Höhle, gegen Südwesten gerichtet. Außenvegetation, $L = \frac{1}{1 \cdot 5}$ (18. V. 1910): *Carex praecox* Schreb., *Pinus montana* Mill., *Helleborus niger* L., *Juniperus communis* L., *Chelidonium maius* L., *Fragaria vesca* L., *Rosa canina* L., *Potentilla Clusiana* Jacq., *Astragalus glycyphyllos* L., *Campanula rapunculoides* L., *Primula Auricula* L., *Gentiana vulgaris* Neilr., *Erica carnea* L., *Mercurialis perennis* L., *Myosotis silvatica* Hoffm., *Rhodothamnus Chamaecistus* (L.) Rchb., *Bupleurum falcatum* L., *Urtica dioica* L., *Arctium Lappa* L., *Cirsium arvense* Scop., *Asplenium trichomanes* L., *Asplenium Ruta muraria* L., *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh., *Phegopteris Robertiana* (Hoffm.) A. Br., *Eucalypta vulgaris* Hoffm. (fertil; steigt selten zu subalpinen oder alpinen Höhen an). Bis 2 *m*, $L = \frac{1}{6 \cdot 6}$ wachsen: *Urtica dioica, Urtica urens, Geranium Robertianum, Chelidonium maius, Arabis arenosa* Scop., *Dentaria enneaphylla* L., *Carex praecox* Schreb. (blühend), *Campanula rapunculoides, Adenostyles glabra, Lilium Martagon* L., mit *Dentaria* gemischt, im Schatten eines noch weiter einwärts wurzelnden stattlichen Stockes von *Sambucus nigra,* ferner *Cystopteris fragilis, Phegopteris Robertiana, Fegatella conica, Hygroamblystegium filicinum* (L.) Loe. In 4 *m* Tiefe $L = \frac{1}{13}$ (die Breite sinkt auf 2 *m*), wachsen: *Chelidonium maius, Stellaria media, Dentaria enneaphylla, Geranium Robertianum, Galium silvaticum,* der erwähnte Hollunder (3 *m* hoch, mit drei stark positiv heliotropischen, etwa 2·5 *m* weit gegen den Eingang sich streckenden Hauptästen, aber auch zahlreichen Vertikalsprossen), *Fegatella conica, Hygroamblystegium filicinum*; am Felsen rechts *Asplenium Ruta muraria.* Bis 6 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{24}$ finden sich: *Dentaria enneaphylla, Geranium Robertianum, Sambucus nigra* (2 *m* hoch), gleichfalls stark positiv heliotropisch, *Cystopteris fragilis, Asplenium trichomanes, Fegatella conica* und eine Erdalge. In 8 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{40}$ wuchsen noch *Dentaria enneaphylla* (blühend) und *Geranium Robertianum* (Phanerogamengrenze), außerdem *Cystopteris fragilis* und *Fegatella conica.* Bis 10 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{80}$ traf ich: *Asplenium trichomanes, Cystopteris fragilis, Fegatella conica, Mnium stellare* Reich., *Gymnostomum rupestre* Schleich., letztere beide auch in 12 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{105}$, an Steinen. In 14 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{120}$ wuchs *Isopterygium depressum* (Bruch) Mitt. an Steinen. In 16 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{150}$ fand sich ein junges Exemplar von *Cystopteris fragilis* und am Felsen *Asplenium trichomanes* (fertil). Bis 18 *m*, $L = \frac{1}{170}$ war an feuchten Stellen zahlreich *Fegatella conica,* an Steinen *Asplenium trichomanes* (fertil) und *Pedinophyllum interruptum* Lindb. Am Höhlenende, $L = \frac{1}{300}$ (1·8 *m* über dem Boden), wuchsen noch junge, sterile Exemplare von *Asplenium trichomanes,* ferner

Pedinophyllum interruptum und *Lejeunia cavifolia* Lindb. Im Vordergrunde der Höhle läßt sich, an der rechten Seite, eine deutliche Anordnung der Vegetation in drei Stockwerken erkennen. Das unterste wird gebildet von *Fegatella* und *Hygroamblystegium*, das mittlere von *Dentaria, Urtica, Chelidonium, Lilium, Phegopteris, Cystopteris*, das oberste von *Sambucus*, in dessen Schatien die angeführten Pflanzen wachsen. Die Blätter sämtlicher Pflanzen sind euphotometrisch, die Blattstiele, besonders von *Dentaria* und *Sambucus*, stark positiv heliotropisch. Aus dem Vorkommen von *Dentaria enneaphylla* und *Lilium Martagon* in der Höhle läßt sich mit Sicherheit schließen, daß der jetzt abgeholzte Hang unterhalb derselben früher mit Buchen (und Fichten) bestanden war (Waldzeugen und Buchendeuter). Kissling fand *Dentaria enneaphylla* im Buchenwalde bis zu $L = \frac{1}{20}$ (Minimum?) blühend.

Bei Höhlenpflanzen sind solche Abweichungen von dem in der Natur beobachteten Minimum ihres Lichtgenusses nicht selten und werden später zu erklären sein. Schon zu Beginn meiner Höhlenforschungen beabsichtigte ich auch dem Zustande der grünen Höhlenvegetation während der Winterruhe Aufmerksamkeit zu schenken, konnte dies aber bis jetzt nur zum Teile verwirklichen. Am 19. XI. 1910 suchte ich zu diesem Zwecke die Klammhöhle wieder auf. Die Umgebung des Portales war tief verschneit, in die Hälfte der Höhle geringe Mengen Schnees eingeweht. Die Außenvegetation war, soweit sie

Fig. 2.



Sambucus nigra L. ($L = \frac{1}{6 \cdot 6}$, Klammhöhle, XXII, mit drei stark positiv heliotropischen Hauptästen *A, B, C,* und zahlreichen Vertikalsprossen *(s)*.) Schemabild.

aus sommergrünen Arten bestand und unter der Schneedecke sich dies feststellen ließ, zum größten Teil in ihren oberirdischen Organen abgestorben oder in ihrer Entwicklung sistiert. Am Höhlenboden dagegen fand ich, frei oder höchstens von einer unter den Strahlen der Mittagssonne zerfließenden dünnen Schneekruste bedeckt, frische, grüne Blätter von *Campanula rapunculoides, Adenostyles glabra, Chelidonium maius, Urtica dioica, Geranium Robertianum, Bupleurum falcatum*. Letztere beide blühten sogar! Der erste, in 4 *m* Tiefe stehende Hollunder trug noch zahlreiche grüne, aber schlaff herabhängende, erfrorene

Blätter; der zweite, in 6*m* Tiefe, hatte noch wenige, aber frische Blätter. *Asplenium trichomanes, Fegatella conica,* sowie die Moose vegetierten normal wie sonst. Während die Temperatur am Höhlenportale, je nach der Bedeckung der Sonne beträchtlich (innerhalb einer Viertelstunde zwischen 0° C und + 2° C) schwankte, war sie am Höhlenende fast konstant (+ 1° C bis 1·5° C), da bis dorthin weder die direkte Sonnenstrahlung, noch auch kalte Winde vordringen können. Ob der Vorteil, in dem sich die angeführten grünen Pflanzen gegenüber den anderen durch Verlängerung ihrer Vegetationsperiode befinden, nicht etwa durch Nachteile in anderer Hinsicht wieder aufgewogen werde, wird später zu erörtern sein. Jedenfalls wäre es auch wünschenswert, die Zeit und Art des Erwachens der Höhlenvegetation im Frühjahre kennen zu lernen, worauf ich in Zukunft besonders zu achten gedenke.

XXIII. Katerloch bei Dürnthal nächst Weiz (Oststeiermark).

Diese Höhle liegt im Übergangskalk des Sattelberges zwischen der Raabklamm und Weizklamm in zirka 900*m* Höhe. Nach Janisch, Lexikon von Steiermark, I. Bd., Graz 1878, «ziert eine üppige Vegetation, besonders von Moosen, das Portal derselben, während tiefer in die Wölbung hinein jede Spur von Gewächsen verschwindet und nur ein grünlicher Anflug an den grauen Kalkwänden sich noch wahrnehmen läßt.« Die Dimensionen des Portals, 30 *m* Breite und 24 bis 30 *m* Höhe, sind gigantische zu nennen. Der Boden zieht unter zirka 30° abwärts bis zirka 190 *m*, wo sich dann, ein — nach obiger Quelle — zirka 180 *m* tiefer Schacht auftut. Das Portal ist von Fichten umstanden und nach Südwesten gerichtet.

Außenvegetation, $L = \frac{1}{12}$ (2. VII. 1910, mittags, Schatten): *Ranunculus Sardous* Cr. (blühend), *Stellaria Holostea* L. (blühend), *Urtica dioica* L., *Fragaria vesca* L., *Trifolium alpestre* L.?, *Lamium luteum* (Huds) Krock (blühend), *Veronica montana* L. (blühend), *Geranium Robertianum* (blühend), *Galium silvaticum* L., *Gentiana asclepiadea* L., *Cyclamen europaeum* L., *Senecio nemorensis, Lactuca muralis* L., *Polypodium vulgare* L., *Asplenium viride* Huds, *Phegopteris Robertiana* (Hoffm.) A. Br., sämtlich unter Fichten. Die Höhle wird im Sommer von zahlreichen Kühen aufgesucht, welche in der Mittagshitze sich dort auf dem feuchtkühlen Boden lagern. Infolge dessen ist dieser so sehr mit Exkrementen gedüngt, daß es stellenweise nicht geringe Mühe kostet, sich durch diesen Morast durchzuarbeiten. Bis 8 *m*, $L = \frac{1}{26}$, wachsen: *Ranunculus Sardous* Cr. (blüh.), *Chelidonium maius, Stellaria Holostea, Geranium Robertianum* (sämtlich blühend), *Urtica dioica, Glechoma hederacea, Senecio nemorensis,* sehr zahlreich *Chrysosplenium alternifolium* L., selten *Myosotis silvatica* Hoffm. (blühend), endlich *Cystopteris fragilis, Fegatella conica, Eurynchium striatulum* Schmpr., *Cirrhiphyllum crassinervium* L. u. Fl., *Thuidium tamariscinum* Br. eur. Diese Pflanzen, wie auch die folgenden, waren zum größten Teile auf die für das Vieh unwegsamen und daher von ihrem Dünger ziemlich verschonten Stellen zwischen herumliegenden Felsblöcken beschränkt. In 16 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{42}$ traf ich: *Glechoma hederacea, Fegatella conica, Mnium rostratum* Schrad., eine *Bryum*-Art, *Cirrhiphyllum crassinervium, Oxyrrhynchium praelongum* Warnst., ganz besonders üppig aber und eminent positiv heliotropisch, wie gekämmt vom Felsen gegen den Eingang abstehend und vor Nässe triefend: *Hygroamblystegium filicinum* (L.) Loe. In 24 *m* Tiefe $L = \frac{1}{55} - \frac{1}{60}$ wächst *Glechoma hederacea* (Phanerogamengrenze), außerdem *Fegatella conica, Cirrhiphyllum crassinervium, Mnium marginatum* P. B., *Oxyrrhynchium praelongum, Hygroamblystegium filicinum.* In 32 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{80}$ wachsen *Fegatella conica, Oxyrrhynchium praelongum,* ebenso in 40

und 48 *m* Tiefe bei $L = \frac{1}{105}$, beziehungsweise $\frac{1}{125}$. In 56 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{150}$ siedelt auf einem hereingebrachten, abgestorbenen Fichtenstamme *Brachythecium velutinum* Br. eur., desgleichen am Fuße von Felsen in 64, 72, 80 und 100 *m* Tiefe bei $L = \frac{1}{175}, \frac{1}{240}, \frac{1}{400}$. In 100 *m* Tiefe, wo eine Intensitätsbestimmung nicht mehr vorgenommen werden konnte, waren noch vielfach grüne Flecken hoch oben an der Wölbung zu bemerken.

In 40 *m* Tiefe erhebt sich in der Mitte der Höhlenbreite ein Felsenpfeiler. Rechts davon setzt eine seichte Nische weiterem Vordringen bald eine Grenze, während links der Boden sehr steil noch weit zur Tiefe zieht, um mit dem erwähnten Schacht zu enden. An den Wänden hängen vielfach graue, moosbewachsene Stalaktiten. Die rechte Hälfte der Höhle ist sehr reich an Tropfwasser, die linke zahlreicher Risse und Klüfte wegen fast unzugänglich und mehr minder vegetationslos. Im Sommer 1836 bestimmten Professor Schrötter und Gintl, bei einer Lufttemberatur von 16·1° R im freien, diese gleich unter dem Portal mit 6·75° R, während die kaum 100 Schritte tiefer liegende Quelle nur +0·3° R aufwies und die untersten zugänglichen Wände stellenweise sogar mit einer Eisrinde belegt waren. Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft wurde mit 42%, das heißt 0·8 Gran Wasser in einem Kubikfuß Luft, bestimmt. Professor P. L. Angerer (Kremsmünster) gibt für *Thuidium tamariscinum* $L = \frac{1}{4} - \frac{1}{14}$ an (Wiesner, Lichtgenuß, p. 162).

XXIV. Pivka jama nächst Nußdorf bei Adelsberg.

Der nach Norden gerichtete Eingang dieser Höhle liegt am Grunde eines 11 *m* tiefen Trichters, der sich auf einer Blöße in lichtem Buchenbestande in zirka 550 *m* Seehöhe öffnet. Außenvegetation, $L = \frac{1}{2 \cdot 5}$ (12. VII. 1910): *Actaea nigra* (L.), *Majanthemum bifolium* (L.) DC., *Platanthera bifolia* (L.) Rchb., *Daphne Mezereum* L., *Lathyrus vernus* (L.) Bernh., *Geranium nodosum* L., *Cyclamen europaeum* L., *Pulmonaria officinalis* L., *Hedera Helix* L., *Lactuca muralis* (L.) Fres., davon *Geranium* und Cyclamen blühend. In 5·5 *m* Tiefe wuchsen auf einer quer durch den Trichter ziehenden Felsbrücke, bei $L = \frac{1}{8}$: *Asarum Europaeum* L., *Hedera Helix, Lathyrus vernus, Oxalis Acetosella* L., *Lactuca muralis, Polypodium vulgare, Asplenium trichomanes, Ctenidium molluscum* Mitten. In 8 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{30}$ wuchsen: *Oxalis Acetosella, Lactuca muralis, Asplenium trichomanes* (fertil), *Mnium undulatum* (L.) Weis, *Thamnium alopecurum* (L.) Br. eur. In 9·5 *m* Tiefe lag ein hineingeworfener Buchenstamm, schräg an die Wand gelehnt, auf dessen Rinde bei $L = \frac{1}{68}$ *Thamnium alopecurum, Leucodon sciuroides* (L.) Schwägr. und *Plagiochila interrupta* (Nees) Dum. angesiedelt waren. In 11 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{220}$ bedeckten die Felswand am Eingange zur Höhle: *Oxyrrhynchium praelongum* Warnst. und *Fissidens taxifolius* (L.) Hedw., deren Vegetationsorgane horizontal, wie ein Besatz grüner Spitzen, von der Felswand abstanden. Auch die übrigen Pflanzen waren deutlich nach dem Oberlichte orientiert. Die hier beginnende, horizontal verlaufende Höhle war gleich anfangs dunkel und pflanzenleer, die Temperatur bedeutend erniedrigt.

XXV. Rackbachschlucht bei Adelsberg.

Zwischen Adelsberg und dem Zirknitzersee liegt diese durch ihre herrlichen Naturbrücken bekannte Schlucht, auch Tal von St. Kanzian genannt, welche sich als eine Reihe gewaltiger Einstürze darstellt Im Abstiege von der »kleinen Naturbrücke« in den nordseitig sich öffnenden, zirka 50 *m* tiefen und 20 *m* breiten Einsturzkessel (Höhe des Kesselrandes zirka 550 *m*) beobachtete ich (13. VII. 1910) bei $L = \frac{1}{13}$: *Picea excelsa, Sambucus nigra, Filipendula Ulmara* (L.) Maxim., *Urtica dioica* L., *Asarum Europaeum* L., *Geranium Robertianum* L., *Acer Pseudoplatanus* L., *Arum maculatum* (?), *Oxalis Acetosella* L., *Lactuca muralis* (L.) Fres., *Scolopendrium vulgare* Sm., *Asplenium trichomanes* L., *Athyrium Filix femina* (L.) Roth, *Satureja grandiflora* (L.) Scheele. Am Grunde wölbt sich eine Felswand auf, an derem Fuße sich der Bach vorüberwindet und zur Rechten dann in einem finsteren Loche verschwindet, während man links durch ein natürliches Tor in die Fortsetzung der Schlucht gelangt. An den Wänden klettert *Hedera Helix* L. bis zum Rande der Schlucht hinauf, im letzten Drittel blühend. Häufig ist hier auch *Neckera crispa* (L.) Hedw. 8 *m* einwärts der Wölbung, $L = \frac{1}{22}$ wachsen: *Oxalis Acetosella, Stellaria nemorum* L., *Fegatella conica* Cord., *Asplenium viride* Huds., *Asplenium trichomanes* L., *Scolopendrium vulgare* (Länge der Wedel nur $^1/_3$ von den früher erwähnten), *Neckera crispa, Hypnum falcatum* Brid., *Hypnum gravilescens* Bland. 18 *m* einwärts, $L = \frac{1}{40}$ wachsen: *Fegatella conica, Anomodon viticulosus* (L.) Hook u. Tayl.; 26 *m* einwärts $L = \frac{1}{70}$ *Asplenium trichomanes, Neckera crispa* und *Neckera complanata* (L.) Hüb. An der rechten Seite am Bachufer waren zahlreiche Steine von einem prächtigen grünen Reflexlichte so übergossen, daß sie wie mit Algen bedeckt aussahen. 34 *m* einwärts auf dem Geländer des über den Bach führenden Steges zeigte sich grüner Anflug *(Pleurococcus?)*. In 45 *m* Tiefe, an der Felswand des linken Bachufers fand ich noch verkümmerte *Neckera complanata* bei $L = \frac{1}{240}$.

XXVI. Crna jama bei Adelsberg.

Der nach Nord-Nordost gerichtete 33 *m* breite und 2 *m* hohe Eingang dieser Höhle liegt in der Tiefe eines in zirka 600 *m* Seehöhe gelegenen Kessels. Vegetation im Abstiege (14. VII. 1910): *Picea excelsa, Acer Pseudoplatanus* L., *Lonicera Xylosteum* L., *Sambucus nigra* L., *Rubus Idaeus* L., *Rosa canina* L., *Urtica dioica* L., *Glechoma hederacea* L., *Paris quadrifolia* L., *Oxalis Acetosella* L., *Pulmonaria officinalis* L., *Arabis arenosa* Scop., *Lunaria rediviva* L., *Geranium Robertianum* L., *Geranium nodosum* L., *Ranunculus Sardous* Cr., *Stellaria nemorum* L., *Lactuca muralis* (L.) Fres., *Solidago Virga aurea* L., *Gentiana asclepiadea* L., *Lamium luteum* (Huds.) Krook, *Scolopendrium vulgare* Sm., *Athyrium Filix femina* (L.) Roth, *Phegopteris Robertiana* (Hoffm.) A. Br., *Phegopteris Dryopteris* (L.) Fee, *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh., *Aspidium lobatum* (Huds.) Sw., *Fegatella conica* Cord.; auf umgestürzten vermodernden Ahornen: *Mnium undulatum* (L.) Weis, *Hylocomium triquetrum* (L.) Br. eur. Nordseitig war an Ahornen auch *Sticta pulmonaria* Ach. häufig. Die Wedel von *Scolopendrium* und *Athyrium* zeichneten sich durch ungewöhnliche Dimensionen aus. (Erstere 60 *cm* lang und 10 *cm* breit, letztere 1·4 *m* lang!) Der Lichtgenuß variierte, nach der Tiefe, von $L = \frac{1}{5} - \frac{1}{8}$. Die Höhle zieht rechts weit hinab, während links ein steil abfallender Schuttkegel schon nach 41 *m* den Hintergrund erreicht.

In Ritzen des Portales hängen Wedel von *Scolopendrium vulgare,* kaum 15 *cm* lang. 9 *m* einwärts, $L = \frac{1}{24}$ wachsen: *Ranunculus Sardous, Impatiens noli tangere* L., *Glechoma hederacea, Fegatella conica, Thamnium alopecurum* (L.) Br. eur. Im (rechten) Hauptzuge, in 11 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{32}$ wuchs dasselbe Moos. In 16 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{55}$ traf ich Jugendstadien von *Aspidium lobatum* nebst *Timmia bavarica* Hessl.; in 18 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{68}$ *Glechoma hederacea* und *Fegatella conica,* dessen Lappen, vom Erdreich abgehoben, fast vertikal standen, so daß die Rhizoidenbüschel nach rückwärts abstanden. In 20 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{400}$ (die Höhlendecke senkt sich auf fast 1·5 *m* herab), wachsen *Fegatella conica* und *Mnium rostratum* Schrad. In 25 *m* Tiefe traf ich noch Jugendstadien von Farnen, sowie *Thamnium alopecurum* (in der Ausläufer erzeugenden Form, spärlich auch die Bäumchenform). Eine zuverlässige Intensitätsbestimmung konnte hier nicht mehr durchgeführt werden. Links, am Ende des Schuttkegels, in 41 *m* Tiefe, $L = \frac{1}{1000}$ (?) wuchsen: *Oxyrrhynchium pumilum* und *Thamnium alopecurum* (nur mehr die Ausläufer bildende Form).

Die natürlichen Bedingungen der Höhlenflora.

1. Wärme.

Nur in Höhlen mit großer Tiefenerstreckung wird man annehmen dürfen, daß daselbst eine konstante Temperatur herrsche, welche, Eishöhlen ausgenommen, der Mitteltemperatur des betreffenden Ortes entspricht; aber auch kleinere Höhlen, Nischen und Spalten erfreuen sich eines milderen, lokalen Klimas, in welchem sie, von dem allgemeinen Zustande der Atmosphäre nicht beeinflußt, sich vor Winterkälte und Sommerhitze und den tödlichen Folgen der Austrocknung schützen, worauf Christ hinweist (Farnkräuter der Schweiz, 1900, p. 15). Nach Schroeter war die tägliche Amplitude der Temperatur an einer offenen Stelle beim Albulahospiz im August 1907 21°, an einer geschützten nur 11·5° (Pflanzenleben der Alpen, p. 671). Als lokale Merkwürdigkeit sei verzeichnet, daß in der Rheinpfalz Höhlen liegen, denen Wasserdampf entströmt, wodurch die Vegetation derselben auch im Winter nicht abstirbt. (Kosmos 1909, Heft 7). Beobachtungen, die Temperatur betreffend, wurden im Vorigen bei X, XI, XXII, XXIII, XXIV, XXVI angeführt.

2. Luftbewegung.

Das erwähnte milde, lokale Klima kommt nicht zum geringsten Teile durch den Windschutz zu stande, dessen sich solche Lokalitäten, zumal bei Südlage, erfreuen. Boden und Luft werden dadurch länger feucht erhalten, die Transpiration vermindert. Pflanzen aus den hintersten, windstillen Räumen solcher Höhlen sind, wie zum Beispiel *Asplenium trichomanes,* gegen Luftströmungen sehr empfindlich und welken beim Transport ungemein rasch. Durchgangshöhlen, wie Frauenmauerhöhle, haben natürlich Luftströmungen.

3. Wasser.

Infolge Sickerwassers und des beschränkten Verdunstungsraumes ist der Wassergehalt des Bodens und der Höhlenluft meist ein beträchtlicher, wenn auch, in derselben Höhle, örtlich und zeitlich schwankend. Am größten ist er zur Zeit der Schneeschmelze, am geringsten im Herbst, vielleicht auch Winter. Übrigens sind viele Höhlenpflanzen, zumal Algen, Moose, Farne an derartige Extreme, speziell an weitgehende Austrocknung, angepaßt (vergleiche II). Für einen, ein gewisses Minimum nicht

unterschreitenden konstanten Feuchtigkeitsgehalt der Luft spricht besonders die Algenvegetation an Felsblöcken in den hintersten, halbdunklen Höhlenteilen. Die — meist feuchten — Seitenwände ermöglichen eine oft üppige Moosvegetation. Die an Höhlenpflanzen nicht selten zu beobachtende Verlängerung der Vegetationszeit und speziell der Dauer der Blätter ist sicherlich teilweise durch den Feuchtigkeitsgehalt solcher Standorte bedingt.

4. Boden (Substrat).

Die aus der Verwitterung des Gesteins (meist Kalk) und den Resten ungezählter Pflanzengenerationen hervorgegangene Humusschichte des Höhlenbodens ist weniger für den Artenreichtum, als für die Individuenzahl und Üppigkeit des Pflanzenwuchses ausschlaggebend, wie die vorderen, feuchtschattigen Teile der Drachenhöhle zeigen. Dort tritt als Substrat der Vegetation auch vielfach rotbrauner, in seiner Zusammensetzung und Entstehung der *terra rossa* nahestehender Höhlenlehm auf. Exkremente des Weideviehes bringen, da dann Ruderalpflanzen nie fehlen, eine gewisse Gleichförmigkeit in die Flora von Höhlen, zumal leicht zugänglicher. Während der Höhlenboden Vertreter der verschiedensten Abteilungen grüner Pflanzen beherbergt, dominieren an den Seitenwänden Moose und Farne. Die Höhlendecke ist, wenige später genauer zu besprechende Ausnahmen — Unterlichtpflanzen — abgerechnet, pflanzenleer. Häufig sind an der dem Eingange zugekehrten Seite von Felsblöcken oder Steinen, welche den Boden bedecken oder durchbrechen, Pflanzen angesiedelt. Auf Baumästen, Stämmen oder anderem eingebrachten beziehungsweise in die Tiefe gestürzten Holzwerk findet sich eine teils autochthone, teils vom Höhlenboden auf dieselben übergreifende Vegetation. Für Algen kommt als Substrat endlich noch in Gruben oder Felslöchern sich ansammelndes oder an den Wänden herabsickerndes Wasser in Betracht.

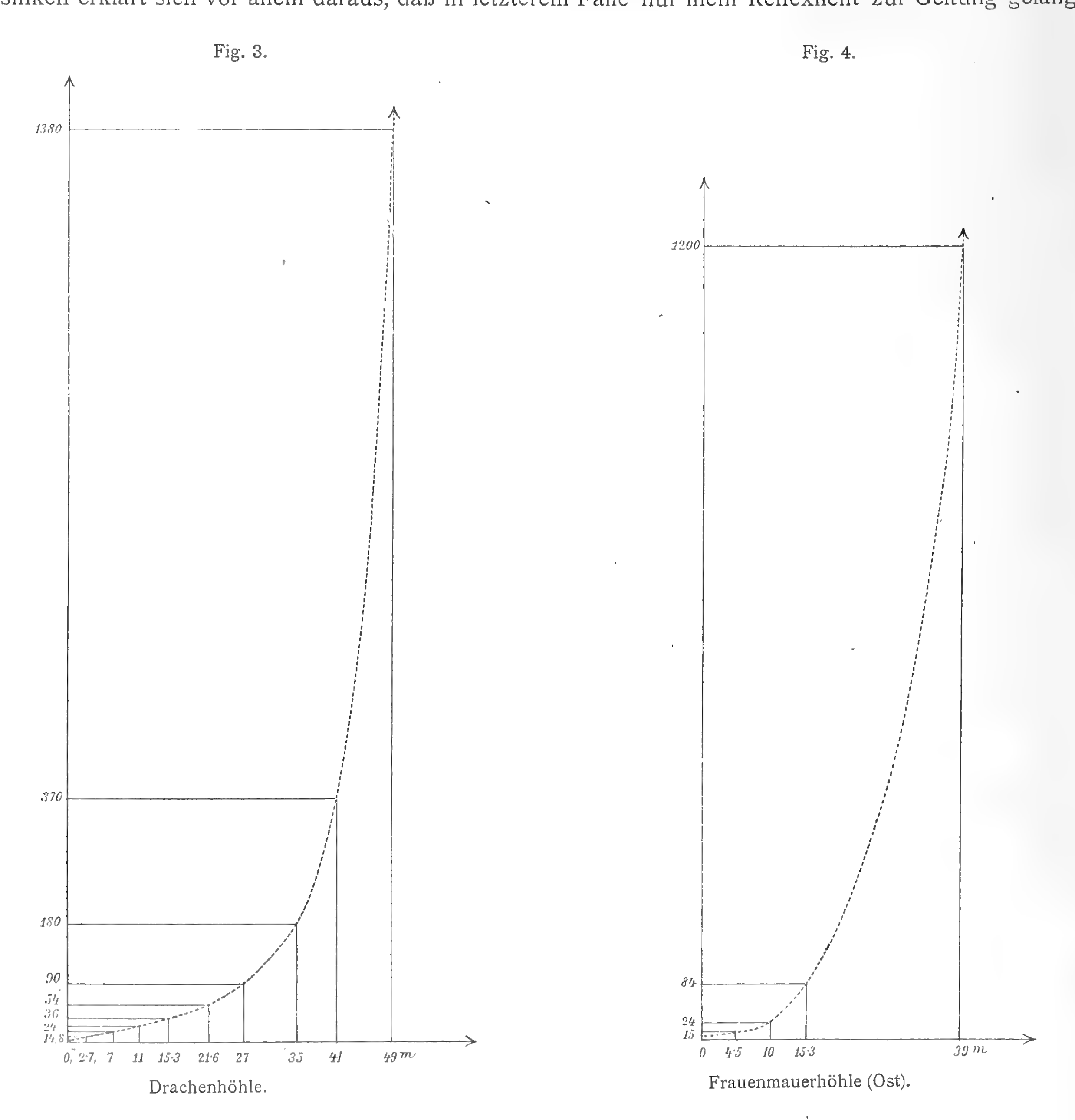
5. Schneedecke.

Mit Ausnahme der vordersten Teile, in welche Schnee eingeweht werden kann, entbehrt die Höhlenvegetation dieser warmhaltenden, vor Verdunstung schützenden und die Vegetationszeit verkürzenden Decke völlig und nimmt dadurch in unseren Breiten eine ganz einzige Stellung ein. Es ist aber anzunehmen, daß der Wegfall derselben durch das milde, lokale Klima einigermaßen ausgeglichen werde; sicherlich wird eine Verlängerung der Vegetationsperiode und damit der Assimilationstätigkeit mit dadurch herbeigeführt. Ob sich — ein Teil der Höhlenpflanzen wenigstens — wie dies Grisch für Pflanzen schneefreier Stellen nachgewiesen hat, durch einen tiefen Winterschlaf, der sie vor zu frühem Austreiben bewahrt, auszeichnet, wird erst zu untersuchen sein.

6. Licht.

Wiesner fand in den Tropen im Schatten des tiefsten Palmendickichts bei einer Lichtabschwächung auf $\frac{1}{120}$ keinerlei Vegetation mehr vor; Grasanflüge nur noch bei $L = \frac{1}{100}$. In unseren Breiten beginnt der tote (höchstens serediale Flechtenanflüge beherbergende) Waldschatten schon bei $L = \frac{1}{90}$. Spärlicher Graswuchs gedeiht daselbst noch zwischen $L = \frac{1}{70} - \frac{1}{90}$. Darüber hinausgehende Lichtreduktionen können auch in unseren schattigsten Wäldern nicht, sondern nur in Klammen und Höhlen zustandekommen. Zukal fand an solchen Standorten noch Flechten (*Collema*, mit endogenem Thallus Steinwandklamm, Niederösterreich, $L = \frac{1}{156}$, und *Opegrapha rupestris* var. *dolomitica*, mit exogenem

Thallus, Drachenhöhle, Steiermark, $L = \frac{1}{96}$). Es ist von vornherein wahrscheinlich, daß der grüne Pflanzenwuchs in Höhlen, ähnlich wie im Meere, nicht erst in einer gänzlich lichtlosen Region, sondern schon in wesentlich geringerer Tiefe seine Grenze erreiche; immerhin sind die Intensitäten, bei denen grüne Pflanzen in Höhlen vegetierend angetroffen werden, so niedrige, wie man sie sonst nur im Wege des Experimentes auf sie einwirken lassen kann. Wie rasch die Intensität in einseitig beleuchteten Räumen mit der Zunahme der Tiefe sinkt, hat Wiesner gezeigt, der fand, daß die Lichtintensität in einem einfenstrigen Zimmer im vierten Stock eines Hauses, dessen Vis à vis 17 *m* weit entfernt war, unmittelbar am Fenster $\frac{1}{5}$, in 3 *m* Tiefe $\frac{1}{25}$, in 6 *m* Tiefe aber nur mehr $\frac{1}{210}$ des Gesamtlichtes betrug. Das rasche Absinken erklärt sich vor allem daraus, daß in letzterem Falle nur mehr Reflexlicht zur Geltung gelangte.

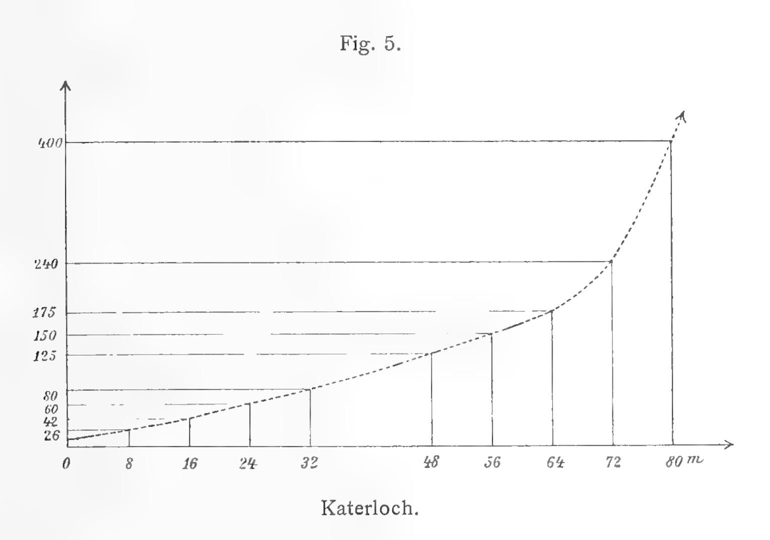


Drachenhöhle. Frauenmauerhöhle (Ost).

An eine auch nur angenähert regelmäßige Abnahme der Lichtintensität in Höhlen ist natürlich nicht zu denken. Form und Farbe der Seitenwände, Neigung des Bodens, Krümmungen im Verlaufe der Höhle, welche nur reflektiertes Licht in die rückwärtigen Teile gelangen lassen, müssen eine starke Zerstreuung und eine oft rapide Veränderung der Lichtintensität zur Folge haben (Fig. 3, 4, 5).

Mit Rücksicht auf die wahrscheinliche Abweichung der lichtempfindlichen Papiere vom Gesetze $Jt = J' t'$ bei sehr niedrigen Intensitäten werden solche (weit unter $\frac{1}{100}$ liegende) Werte des Lichtgenusses vorläufig mit Vorbehalt aufzunehmen sein, sich aber nach Feststellung der Größe dieser Abweichung unschwer auf ihren exakten Wert zurückführen lassen. Aber nicht nur, was die Quantität des einstrahlenden Lichtes betrifft, ist zwischen der Höhlenvegetation und zum Beispiel jener des Waldbodens

Fig. 5.



Katerloch.

Graphische Darstellung der Lichtabschwächung in den größten drei untersuchten Höhlen.

Auf der Abszisse sind die Entfernungen (in Metern) vom Eingange, auf der Ordinate die zur Erreichung des Vergleichstones benötigten Zeiten aufgetragen.

Die grüne Vegetation erreicht in der Frauenmauerhöhle (Ost) (wahrscheinlich) bei 39 *m* Tiefe ihre Grenze, während sie in der Drachenhöhle noch bis 87 *m*, im Katerloch bis 100 *m* Tiefe, woselbst aber in beiden Fällen die Lichtgenußbestimmung nicht zu Ende geführt werden konnte, vordringt.

ein bedeutender Unterschied, sondern wohl auch in qualitativer Hinsicht. An der Beleuchtung des Waldbodens sind beteiligt in erster Linie die diffuse Einstrahlung, ferner direktes Sonnenlicht und Sonnenbilder. Das durch die Blattflächen der Krone dringende Licht aber ist nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ, und zwar so verändert, daß es keinerlei oder eine nur höchst minimale physiologische Wirkung hervorzurufen imstande ist. Solches Licht kann keine Kohlensäure-Assimilation, wohl aber noch, wie Wiesner gezeigt hat, zum Beispiel Ergrünen etiolierter Keimlinge bewirken. Ein besonders inniger Zusammenschluß des Blattdaches müßte unter solchen Umständen, da dann fast keine Einlaßstellen für das diffuse Oberlicht übrig blieben, geradezu verhängnisvolle Folgen für die Bodenvegetation haben. Er unterbleibt daher, und mit ihm auch die Erniedrigung der Intensität im allgemeinen auf einen etwa $\frac{1}{90}$ unterschreitenden Wert. Anders in Höhlen, wo sich, unbehinderten Lichtzutritt vorausgesetzt auch in noch so großer Tiefe die Qualität des Lichtes kaum wesentlich ändern dürfte und daher trotz weitestgehender Abschwächung noch Pflanzenwuchs möglich ist. Im Einklange damit scheint es mir zu stehen, daß auch in Zimmern — wo die Verhältnisse ähnlich liegen — Pflanzen bei außerordentlich niedrigen Intensitäten gezogen werden können. (*Aspidistra elatior, Selaginella* behielten nach Wiesner bei $\frac{1}{210}$ einigermaßen ihren normalen Charakter; gut entwickelte Stöcke ersterer blieben sogar bei $\frac{1}{800}$ lange unverändert, obwohl die neu gebildeten Blätter nicht mehr die normale grüne Farbe annahmen).

Die Höhlenpflanzen stehen endlich, gleich den Zimmerpflanzen, für welche Wiesner dies nachgewiesen hat, insoferne unter ganz eigenartigen Beleuchtungsverhältnissen, als bei ihnen das Verhältnis des ihnen zeitweilig zufließenden direkten Lichtes zur diffusen Gesamtbeleuchtung ein

ganz anderes ist, als bei im Freien vegetierenden Pflanzen. Im Freien ist das Verhältnis des direkten zum diffusen Lichte bei hohen Sonnenständen etwa 2 : 1 (ausnahmsweise 3 : 1), bei einer Zimmerpflanze aber vielleicht 10 : 1, ja 100 : 1. Das direkte Sonnenlicht ist aber dann als geradezu schädlich zu bezeichnen. Denn im Freien strahlt ein Blatt desto mehr Wärme aus, einem je größeren Himmelsstücke es sich gegenüber befindet. Das viel weniger Wärme ausstrahlende Laub einer Zimmerpflanze erwärmt sich daher relativ stark, oft bis zur Verbrennung. In Höhlen habe ich derartige Schädigungen der in den vorderen Teilen angesiedelten Vegetation nicht beobachten können, so daß ich annehmen muß, es bewege sich dieses Mißverhältnis daselbst innerhalb engerer Grenzen oder aber es liege eine im Laufe der Generationen erworbene Anpassung an dasselbe vor. Die in größeren Tiefen angesiedelten Pflanzen stehen, wie übrigens nicht selten die ganze Höhlenvegetation, im ausschließlichen Genusse eines diffusen Lichtes. In der Mehrzahl war die Höhlenvegetation auf Vorderlicht angewiesen; aber auch Lokalitäten mit Oberlichtzufuhr wurden angeführt. In Höhlen mit Vorderlichtzufuhr fällt natürlich die größte Lichtmenge auf eine senkrecht zur Richtung der einfallenden Strahlen gedachte Ebene. Diese kann, in seichten Nischen, von der Hinterwand, sonst von stark ansteigendem Boden, der Vorderseite von Steinen, Felsblöcken u. dgl. gebildet werden, die dann meist mit reichlichem Pflanzenwuchse bedeckt sind. Die Bodenvegetation muß trachten, die Blätter beziehungsweise Assimilationsorgane durch positiv heliotropische Krümmungen der Zweige, Blattstiele oder des Thallus in diese Ebene günstigsten Lichtempfanges einzustellen. Gerade darin zeigt sich eine überaus bemerkenswerte Übereinstimmung aller grünen Höhlenpflanzen, unabhängig von ihrer Organisationshöhe, daß ihre Assimilationsorgane, mögen sie nun Zelle (Algen), Thallus (Lebermoose), Wedel (Farne) oder Blätter heißen, ausnahmslos an solchen Orten euphotometrisch im Sinne Wiesner's ausgebildet sind. Seitenwände und Decke von Vorderlichthöhlen sind, der ungünstigeren Beleuchtungsverhältnisse wegen, schwach von Pflanzen besiedelt. Die wenigen, dafür aber umso interessanteren Fälle, in denen speziell an der Höhlendecke, nach Unterlicht orientiert, Pflanzen beobachtet wurden, wurden schon früher hervorgehoben. Während in der Natur, wie Wiesner gefunden hat, im allgemeinen Pflanzen nur innerhalb der Grenzen des normalen Lichtgenusses angetroffen werden und unterbeleuchtete Pflanzen (mit einem zweiten, anomalen Minimum, bei welchem die Blüte unterbleibt und bloßes Vegetieren stattfindet), nur selten zu finden sind (nach Wiesner: *Hedera Helix, Geranium pratense, Sedum album* und vielleicht manche Gräser), da sie in der Regel durch die Konkurrenz rasch unterdrückt werden, scheinen in Höhlen solche Pflanzen häufiger aufzutreten, wie aus dem Verhalten von *Geranium Robertianum* und *Lactuca muralis* (Drachenhöhle), vor allem aber von *Asplenium trichomanes*, der vielfach nur steril beobachtet wurde, hervorgeht. (Zur Anwendung des Begriffes anomales Minimum auf die Farne halte ich mich berechtigt, da nach Wiesner auch ein Farn, *Acrostichum spicatum*, zwischen $L = \frac{1}{12} - \frac{1}{22}$ nur steril vorkommt.) Der Grund hiefür dürfte darin liegen, daß in den rückwärtigen Höhlenteilen, woselbst solche Individuen am ehesten anzutreffen sind, die Konkurrenz zum größeren Teile fortfällt, da hier vermöge der geringen Beleuchtungsstärke überhaupt nur eine beschränkte Anzahl angepaßter Pflanzen gedeihen kann. Solche unterbeleuchtete Pflanzen, oft inmitten großer, vegetationsloser Flächen stehend, erhalten sich dort und kommen häufig über die ersten Stadien der Wedel- beziehungsweise Blattbildung nicht hinaus. (Stationäre Jugendformen). Ausgesprochenes Etiolement dagegen habe ich, einen einzigen Fall (in IV) ausgenommen, auch in Höhlen nicht beobachtet.

7. Fremde Organismen.

Den Exkrementen des Weideviehes verdanken manche Pflanzen in Höhlen günstige Existenzbedingungen (Ruderalpflanzen) oder direkt die Ansiedelung. Das häufige Auftreten von Pflanzen mit genießbaren Früchten (Nüssen, Beeren), wie *Berberis vulgaris, Viburnum Lantana, Sambucus nigra,*

Lonicera Xylosteum, Corylus Avellana, Quercus Robur in Höhlen ist kein zufälliges, sondern darauf zurückzuführen, daß viele Säugetiere und Vögel in solchem Versteck ihre aus obigen Früchten bestehende Nahrung ungestört zu sich nehmen können, bisweilen selbst Vorräte davon anlegen, auf welche sie später vergessen und die Pflanzen durch ihre Exkremente aussäen. Der Rolle der Insekten bei der Bestäubung der Höhlenpflanzen wird noch später zu gedenken sein.

Systematik der grünen Höhlenvegetation.

Die Innenvegetation der beschriebenen 26 Standorte weist Vertreter der Algen, Flechten, Laub- und Lebermoose, Farne, der ein- und zweikeimblättrigen Pflanzen auf.

Von den Algen sind es meist Cyanophyceen (*Gloeocapsa*-Arten), welche, gegen Austrocknung sehr resistent, als grüne Krusten an der Lichtseite von Felsen in die größten, von kaum noch meßbaren Teilen des Gesamtlichtes ($L = \frac{1}{1800}$? in XVIII) erhellten Tiefen von Höhlen vordringen. Zukal meint, daß die zusammengeflossenen Hüllmembranen der Cyanphyceen für das Dämmerlicht durch die Fluorescenz des Phycocyans geeignet seien.

Mit wie wenig Licht diese Algen noch auskommen, geht daraus hervor, daß zum Beispiel *Nostoc*-Kolonien unter dem Thallus einer *Solorina* noch am Leben bleiben. Auch Chlorophyceen, als Erdalgen u. dgl. kommen in Höhlen vor.

Auf die Flechtenvegetation habe ich anfangs wenig geachtet. Aber auch später konnte ich trotz eifrigen Suchens nur wenig Flechten in Höhlen finden. (Auch F. Arnold gibt bei der zitierten Beschreibung kleiner Kalkhöhlen in Tirol an, daß die Flechtenvegetation erst außerhalb der Höhle auftrat.) Bis jetzt fand ich in Höhlen nur *Solorina saccata* bei $L = \frac{1}{24}$ (II) und $L = \frac{1}{35}$ (XIX). Von den am Höhlenportal, besonders im Gebirge, oft recht üppig entwickelten Flechten scheinen die meisten ins Höhleninnere entweder gar nicht oder doch nur bis zu sehr geringen Tiefen einzudringen, wohl deswegen, weil durch die Rinde der Flechten mit exogenem Thallus (und diese bilden ja die Mehrzahl) außerordentlich viel Licht absorbiert wird (durch das Rindengewebe von *Sticta pulmonaria* zum Beispiel wird nach Wiesner das äußere Licht auf $\frac{1}{80}$ — $\frac{1}{125}$ reduziert). Wenn nun wie in Höhlen schon das auffallende Licht sehr schwach ist, so muß dem weiteren Vordringen exogener Flechten daselbst sehr bald eine unüberwindliche Schranke gesetzt werden, trotzdem der Algenanteil sowohl hinsichtlich der Kohlensäure-Assimilation als auch des Ergrünens mit sehr geringen Bruchteilen des Gesamtlichtes auskommt. Endogene Flechten können, wie schon Zukal gezeigt hat, bedeutend weitergehende Lichtreduktionen ertragen.

Von Laubmoosen habe ich bis jetzt 28 Arten in Höhlen beobachtet. Die in Klammer beigefügte Zahl bedeutet, wie oftmal: *Isopterygium depressum* (7), bis $L = \frac{1}{1380}$? in XVIII, und $L = \frac{1}{1200}$? in II, *Oxyrrhynchium praelongum* (4), *Mnium rostratum* (4), Kosmopolit!, *Hygroamblystegium filicinum* (3), *Neckera complanata* (3), *Timmia bavarica* (3), *Anomodon viticulosus* (2), *Gymnostomum rupestre* (2), *Thamnium alopecurum* (2), *bis* $L = \frac{1}{1000}$?, XXVI, und je einmal *Mnium riparium, Mnium marginatum, Mnium stellare, Mnium undulatum, Bryum capillare, Bryum* sp., *Myurella apiculata, Neckera crispa, Neckera Besseri, Eurynchium striatulum, Eurynchium striatum, Thuidium tamariscinum, Cirrhiphyllum crassinervium, Brachythecium velutinum, Leucodon sciuroides, Fissidens taxifolius, Hypnum falcatum, Hypnum gravilescens, Oxyrrhynchium pumilum* (bis $L = \frac{1}{1000}$?, in XXVI. Letztgenanntes Moos drang

demnach (mit *Thamnium alopecurum*) nächst *Isopterygium depressum* am weitesten in Höhlen ein; bei bedeutender Lichtabschwächung $\left(L = \frac{1}{400}\right)$ fanden sich auch noch *Mnium rostratum* und *Brachythecium velutinum*. Der Übergang der Normalform von *Isopterygium depressum* in die Höhlenform vollzieht sich erst bei sehr bedeutender Lichtreduktion. Die Exemplare aus XI $\left(L = \frac{1}{100}\right)$, aus XXII $\left(L = \frac{1}{120}\right)$ und XVIII $\left(L = \frac{1}{370}\right)$, repräsentieren Übergänge zur var. *cavernarum*, die bei $L = \frac{1}{1200}$ (?), II, sowie $L = \frac{1}{1380}$ (?) XVIII, voll ausgeprägt ist.

Von Lebermoosen beobachtete ich vier Arten: *Fegatella conica* (8), bis $L = \frac{1}{400}$ (XXVI) und $L = \frac{1}{370}$ (XVIII), *Plagiochila interrupta* (2), bis $L = \frac{1}{180}$ (XVIII), *Lejeunia cavifolia* (1), bis $L = \frac{1}{300}$ (XXII), *Madotheca platyphylla* (1), bis $L = \frac{1}{36}$ (XVIII).

Farne habe ich in 8 Arten vorgefunden: *Asplenium trichomanes* (17), bis $L = \frac{1}{1380}$? in XVIII, *Cystopteris fragilis* (7) bis $L = \frac{1}{300}$ (XVIII), *Asplenium Ruta muraria* (5), bis $L = \frac{1}{18}$ (I), *Asplenium viride* (4), bis $L = \frac{1}{86}$ (XIII), *Phegopteris Robertiana* (3) bis $L = \frac{1}{52}$ (V), und je einmal *Scolopendrium vulgare*, bis $L = \frac{1}{22}$ (XXV), *Athyrium Filix femina*, bis $L = \frac{1}{40}$ (VI), *Aspidium lobatum*, bis $L = \frac{1}{55}$ (XXVI). Während zum Beispiel *Asplenium Ruta muraria* in Höhlen durchwegs nur bis zu geringen Abschwächungen des Lichtes vordringt, welches Verhalten ganz im Einklange mit seinem von mir schon durch frühere Untersuchungen in der freien Natur festgestellten hohen Lichtbedürfnisse steht, geht *Asplenium trichomanes*, den man im Hinblick auf seine Häufigkeit geradezu als Höhlenfarn κατ' ἐξοχήν bezeichnen kann, in Tiefen, in welche ihm kein anderer seines Geschlechtes, geschweige denn eine höher organisierte Pflanze zu folgen vermag. Selbst Moose unterbieten seine Ansprüche auf Beleuchtung nicht erheblich.

Mir war die große Anpassungsfähigkeit von *Asplenium trichomanes* schon früher in der freien Natur gelegentlich meiner Studien über den Lichtgenuß der Farne aufgefallen und gab eigentlich den unmittelbaren Anstoß zu vorliegenden Untersuchungen. Im Freien fand ich ihn zwischen $L = \frac{1}{1 \cdot 8}$ und $L = \frac{1}{72}$. Das Maximum des Lichtgenusses liegt durchschnittlich bei $L = \frac{1}{2}$. Höhere Werte bis $L = \frac{1}{1 \cdot 5}$ wurden nur in Lagen über 1000 *m* beobachtet. (Zunahme des Lichtgenusses mit der Seehöhe). Das Optimum nehme ich auf Grund der Höhlenfunde etwa zwischen $L = \frac{1}{30} - \frac{1}{80}$ an, und zwar eher letzterem Werte genähert. Da der Farn in Höhlen bis zu $L = \frac{1}{280}$ fast durchwegs fertil angetroffen wurde und erst von Intensitäten unter $L = \frac{1}{300}$ an bis etwa $L = \frac{1}{1380}$ steril bleibt, liegt das normale Minimum seines Lichtgenusses bei zirka $L = \frac{1}{300}$. Das anomale Minimum (des bloß vegetativen Zustandes) liegt weit tiefer, während endlich bei Intensitäten wie $L = \frac{1}{960}$ oder $L = \frac{1}{1380}$ die Pflanze auf jener frühen Entwicklungsstufe stehen bleibt, welche der normalen Weiterentwicklung

auch an gut beleuchteten Standorten vorangeht (Fixierung von Jugendformen durch schwache Beleuchtung). Ich bemerke hiezu, daß Klebs bei äußerst schwacher Beleuchtung grünes Protonema von Laubmoosen kultivierte, welches steril blieb und gleichsam in eine Dauerform überging. Man vergleiche damit auch das Verhalten von *Thamnium alopecurum* in der Crna jama! Es dürfte kaum eine zweite Pflanze geben, die innerhalb so kolossaler Extreme des Lichtgenusses existenzfähig ist und eine solche Breite der normalen Entwicklung aufweist, wie *Asplenium trichomanes!*

Nadelhölzer habe ich in Höhlen niemals, auch nicht Keimlinge derselben, gefunden. Über die Ursache dieser Erscheinung bin ich noch nicht im Klaren. Wohl haben viele Nadelhölzer ein sehr hoch gelegenes Minimum des Lichtgenusses $\left(\text{Lärche } \frac{1}{5}, \text{ Schwarzföhre } \frac{1}{11}\right)$, doch schon die Fichte gedeiht noch bei $L = \frac{1}{28}$, ja sogar $L = \frac{1}{40}$; noch genügsamer ist die Tanne. Verbreitung der Samen durch Wind oder Tiere wäre leicht möglich und die Keimlinge ergrünen bekanntlich auch im Dunkeln. Bezüglich der einkeimblättrigen Pflanzen sind meine Beobachtungen, speziell hinsichtlich der Gräser unvollständig, da eine Bestimmung der oft nur sterilen Anflüge nicht möglich war. Doch dringen Gräser auch in Höhlen nicht weiter als bis zu Lichtabschwächungen von $L = \frac{1}{70}$ vor $\left(\text{in Wäldern nach Wiesner zwischen } L = \frac{1}{60} - \frac{1}{70} \text{ nur steriler Grasanflug}\right)$ und bilden niemals eine auffälligere Massenvegetation. Blühend traf ich *Carex praecox* bei $L = \frac{1}{6 \cdot 6}$. Sonst habe ich von Monokotyledonen nur *Lilium Martagon*, bei $L = \frac{1}{6 \cdot 6}$ vorgefunden. Das Kontingent, das die einkeimblättrigen Pflanzen zur Höhlenflora stellen, scheint demnach ein sehr geringes zu sein, was wohl damit zusammenhängt, daß sie in ihrer Gesamtheit entschieden höhere Ansprüche an die Beleuchtung stellen, als die Dikotyledonen.

Von letzteren habe ich bis jetzt 61 Arten, welche sich auf 54 Gattungen und 33 Familien verteilen, in Höhlen gefunden. Zweifellos werden weitere Untersuchungen diese Zahlen bedeutend vermehren; das eine kann aber schon jetzt gesagt werden, daß bei aller Verschiedenheit doch ein gewisser gleichförmiger Zug in der Zusammensetzung der Höhlenflora unverkennbar ist, der sich unter anderem im Auftreten von charakteristischen Dikotylen-Schattenpflanzen, Beerengewächsen, bisweilen auch Ruderalpflanzen äußert. (Aus dem früheren wären als mehr minder typische Höhlenelemente *Isopterygium depressum, Fegatella conica* und *Asplenium trichomanes* hervorzuheben.)

Es wurden beobachtet: *Lactuca muralis* (13), *Urtica dioica* (10), *Glechoma hederacea* (5), *Geranium Robertianum* (5), *Oxalis Acetosella* (4), *Sambucus nigra* (4), *Stellaria media* (4), *Adenostyles glabra* (4), *Urtica urens* (3), *Berberis vulgaris* (3), *Campanula rotundifolia* (3), *Chelidonium maius* (3), *Ranunculus Sardous* (3), *Rubus Idaeus* (3), *Tasaxacum officinale* (3), *Corylus Avellana* (2), *Myosotis silvatica* (2), *Moehringia muscosa* (2), *Adoxa Moschatellina* (2), *Senecio nemorensis* (2), *Campanula Trachelium* (2), *Campanula rapunculoides* (2), und je einmal *Quercus Robur, Rumex Acetosa, Salix Caprea, Aquilegia vulgaris, Aconitum Vulparia, Arabis arenosa, Arabis alpina, Dentaria enneaphylla, Peltaria alliacea, Asarum europaeum, Chenopodium bonus Henricus, Stellaria nemorum, Stellaria Holostea, Sedum album, Chrysosplenium alternifolium, Fragaria vesca, Rosa canina, Orobus vernus, Trifolium* sp., *Euphorbia Cyparissias, Impatiens noli tangere, Viola biflora, Chamaenerium angustifolium, Hedera Helix, Aegopodium Podagraria, Chaerophyllum aureum, Bupleurum falcatum, Veronica montana, Verbascum nigrum, Orobanche* sp., *Asperula cynanchica, Galium silvaticum, Viburnum Lantana, Lonicera Xylosteum, Tussilago Farfara, Cirsium Erisithales, Cirsium arvense, Achillea Millefolium, Arctium Lappa.*

Diese verteilen sich auf die Familien der Kompositen (8 Gattungen, 9 Arten), Campanulaceen (1 Gattung, 3 Arten), Adoxaceen (1 Gattung, 1 Art), Caprifoliaceen (3 Gattungen, 3 Arten), Rubiaceen (2 Gattungen, 2 Arten), Orobanchaceen (1 Gattung, 1 Art), Scrophulariaceen (2 Gattungen, 2 Arten),

Labiaten (1 Gattung, 1 Art), Borragineen (1 Gattung, 1 Art), Umbelliferen (3 Gattungen, 3 Arten), Araliaceen (1 Gattung, 1 Art), Oenotheraceen (1 Gattung, 1 Art), Violaceen (1 Gattung, 1 Art), Balsamineen (1 Gattung, 1 Art), Euphorbiaceen (1 Gattung, 1 Art), Oxalideen (1 Gattung, 1 Art), Geraniaceen (1 Gattung, 1 Art), Leguminosen (2 Gattungen, 2 Arten), Rosaceen (3 Gattungen, 3 Arten), Saxifragaceen (1 Gattung, 1 Art), Crassulaceen (1 Gattung, 1 Art), Cruciferen (3 Gattungen, 4 Arten), Papaveraceen (1 Gattung, 1 Art), Ranunculaceen (3 Gattungen, 3 Arten), Berberideen (1 Gattung, 1 Art), Caryophyllaceen (2 Gattungen, 4 Arten), Chenopodiaceen (1 Gattung, 1 Art), Polygoneen (1 Gattung, 1 Art), Aristolochiaceen (1 Gattung, 1 Art), Urticaceen (1 Gattung, 2 Arten), Fagaceen (1 Gattung, 1 Art), Betulaceen (1 Gattung, 1 Art), Salicineen (1 Gattung, 1 Art).

Daß die großen Familien der Kompositen, Umbelliferen, Cruciferen, Ranunculaceen stärker vertreten sind, ist selbstverständlich und speziell bei den erstgenannten auch in der als Pappus bekannten Verbreitungsausrüstung begründet. Bemerkenswert ist zum Beispiel, daß die kleine Familie der Caprifoliaceen mit nahezu sämtlichen Gattungen (drei von vieren) in Höhlen vertreten ist. (Verbreitung der Früchte durch Tiere!) Auffallend ist der geringe Prozentsatz der Labiaten, Leguminosen, Crassulaceen, das gänzliche Fehlen zum Beispiel der Ericaceen, Gentianaceen, Primulaceen. Es ist aber zu bedenken, daß gerade diesen Familien zahreiche Elemente der alpinen Flora angehören, welche als ausgesprochene Lichtflora in Höhlen — auch der Hochlage — so gut wie nicht vertreten ist, wenn sie auch sonst in unmittelbarer Nähe des Portales sich findet. Wo alpine oder subalpine Pflanzen in Höhlen überhaupt angetroffen wurden, handelte es sich stets um eine geringe Abschwächung der Lichtintensität oder wuchsen die genannten Pflanzen auch sonst an schattigen Orten *(Viola biflora, Adenostyles glabra).*

Wiesner hat als letzte Phanerogame im Schatten des Fichtenwaldes *Oxalis Acetosella* bei $L = \frac{1}{70}$ beobachtet. Ich lasse vergleichsweise die von mir in jedem einzelnen Falle in Höhlen ermittelte Phanerogamengrenze, beziehungsweise an derselben beobachtete Art folgen:

I. Bei $L = \frac{1}{40}$, *Urtica dioica.*

II. $L = \frac{1}{24}$, *Urtica dioica, Adoxa Moschatellina, Campanula rotundifolia.*

III. $L = \frac{1}{21}$, *Corylus Avellana.*

IV. $L = \frac{1}{20}$, *Lactuca muralis,* bei $L = \frac{1}{126}$ eine etiolierte Dikotyledonen-Keimpflanze.

V. Phanerogamen bis zum Ende: *Lactuca muralis, Sambucus nigra,* $L = \frac{1}{52}$.

VI. $L = \frac{1}{40}$, *Glechoma hederacea, Oxalis Acetosella, Urtica dioica.*

VII. $L = \frac{1}{48}$ *(Quercus Robur).*

VIII. $L = \frac{1}{70}$, *Lactuca muralis.*

X. $L = \frac{1}{12}$, *Verbascum nigrum, Campanula Trachelium*

XI. $L = \frac{1}{11}$, *Adoxa Moschatellina.*

XII. $L = \frac{1}{12}$, *Adenostyles glabra.*

XIII. $L = \frac{1}{6 \cdot 2}$, *Aquilegia vulgaris, Adenostyles glabra, Campanula rotundifolia.*

XV. $L = \frac{1}{30}$, *Lactuca muralis, Geranium Robertianum, Urtica dioica.*

XVI. $L = \frac{1}{65}$, *Lactuca muralis.*

XVII. $L = \frac{1}{64}$, *Lactuca muralis.*

XVIII. $L = \frac{1}{90}$, *Lactuca muralis,* nicht blühend; bei $L = \frac{1}{130}$ noch *Geranium Robertianum* in frühem Entwicklungsstadium.

XIX. Phanerogamen bis zum Ende: *Lactuca muralis, Urtica dioica,* $L = \frac{1}{35}$.

XX. $L = \frac{1}{16}$, *Geranium Robertianum.*

XXI. $L = \frac{1}{60}$, *Urtica dioica.*

XXII. $L = \frac{1}{40}$, *Dentaria enneaphylla,* blühend, *Geranium Robertianum.*

XXIII. $L = \frac{1}{60}$, *Glechoma hederacea.*

XXIV. $L = \frac{1}{30}$, *Oxalis Acetosella, Lactuca muralis.*

XXV. $L = \frac{1}{22}$, *Oxalis Acetosella, Stellaria nemorum.*

XXVI. $L = \frac{1}{68}$, *Glechoma hederacea.*

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich, daß auch in Höhlen das für die Phanerogamenvegetation des Waldbodens von Wiesner ermittelte Minimum von $L = \frac{1}{70}$ im allgemeinen nicht unterschritten wird. Denn das bei $\frac{1}{130}$ beobachtete *Geranium Robertianum* kann nicht als vollwertig gelten, noch weniger natürlich die etiolierte Keimpflanze. Nur *Lactuca muralis* wurde einmal bei $L = \frac{1}{90}$, nicht blühend, sonst aber durchwegs bei $\frac{1}{70}$ nicht unterschreitenden Werten, beobachtet. Diese Pflanze wurde auch am häufigsten — allein — oder im Vereine mit wenigen anderen, auf dem äußersten vorgeschobenen Posten der Phanerogamen im Höhleninnern beobachtet. Nicht uninteressant ist ein Vergleich der in verschiedenen Höhlentiefen angesiedelten Phanerogamenarten hinsichtlich ihrer Zahl mit der phanerogamen Außenvegetation, wobei sich durchwegs eine der Lichtabschwächung proportionale Abnahme ergibt.

So sinkt in II. die Zahl der Phanerogamenarten von 13 (außen) auf 4 bei $L = \frac{1}{15}$ und 3 bei $L = \frac{1}{25}$; in XVI. von 14 (außen), auf 4 bei $L = \frac{1}{5}$, 3 bei $L = \frac{1}{30}$, 1 bei $L = \frac{1}{65}$; in XVIII. von 12 (außen) auf 10 bei $L = \frac{1}{24}$, 8 bei $L = \frac{1}{36}$, 4 bei $L = \frac{1}{47}$, 1 bei $L = \frac{1}{90}$ usw. Der rasche Wechsel der Bodenbeschaffenheit, noch mehr aber jener der Beleuchtung bringt es mit sich, daß in Höhlen es weniger als anderswo zur Bildung einer geschlossenen Pflanzendecke kommt. Höchstens in den vorderen Teilen ist die verfügbare Fläche, erdigen nicht zu trockenen Boden vorausgesetzt, von Pflanzen dicht besiedelt. Mit zunehmender Tiefe kommt es zur Bildung von Vegetationsinseln, Pflanzengruppen und endlich sind es nur mehr Individuen, welche als äußerste vorgeschobene Posten der Pflanzenwelt den Kampf mit immer ungünstiger werdenden Lebensbedingungen aufnehmen. Das Vordringen gegen die Tiefe muß häufig als ein sprungweises bezeichnet werden, indem nicht selten die Vegetation, oder auch nur eine bestimmte Art, in einer gewissen Tiefe plötzlich abbricht, während man nach Passierung eines völlig vegetationslosen oder doch von dieser Art nicht besiedelten Streifens wieder auf Pflanzen, beziehungsweise dieselbe Art, stößt.

Von den beobachteten Phanerogamen gelten als Schattenpflanzen allgemein: *Aquilegia vulgaris, Stellaria nemorum, Dentaria enneaphylla, Asarum europaeum, Hedera Helix, Campanula Trachelium, Campanula rapunculoides, Oxalis Acetosella, Chrysosplenium alternifolium, Impatiens noli tangere, Viola biflora, Myosotis silvatica, Glechoma hederacea, Galium silvaticum, Adenostyles glabra, Adoxa Moschatellina, Lactuca muralis. Lilium Martagon* und *Aegopodium Podagraria* werden nach Stebler und Volkart durch direktes Licht geschädigt. Diese angeführten Pflanzen machen zirka 33% der gesamten Phanerogamenvegetation in Höhlen aus und geben gerade der in den rückwärtigen Teilen derselben angesiedelten Vegetation, in der sie dominieren, das charakteristische Gepräge einer Schattenflora. Das Vordringen der grünen Vegetation in Höhlen liefert einen vorzüglichen Maßstab für die Beurteilung ihres verschiedenen Lichtbedarfes und steht in umgekehrtem Verhältnisse zu ihrer Organisationshöhe. Während am Höhleneingange noch lichtliebende Vertreter der ein- und zweikeimblättrigen Pflanzen auftreten, räumen sie in größerer Tiefe ihren Platz ausgesprochenen Schattenpflanzen dieser Klassen. Der Großteil der Farne bleibt schon hinter der Phanerogamengrenze zurück, welche nur von *Cystopteris fragilis*, vor allem aber *Asplenium trichomanes* weit überschritten wird. Weiter als die meisten Farne (exklusive *Asplenium trichomanes*) dringen einige Lebermoose ein, und Laubmoose begnügen sich mit noch geringeren Anteilen des Lichtes. Den Schluß bilden in den dunkelsten, rückwärtigen Höhlenteilen die Algen.

Ökologie der Höhlenflora (Bau und Leben derselben in ihren Beziehungen zu den exogenen Faktoren.)

A. Ökologie der Vegetationsorgane.

Beeinflußt, wie ich im früheren gezeigt habe, die fortschreitende Lichtverminderung in Höhlen jedenfalls in hervorragender Weise die Auslese der Arten, so muß dieselbe naturgemäß auch in bestimmender Weise auf die Formbildung der Pflanzen daselbst und den anatomischen Bau ihrer Vegetationsorgane einwirken. Tatsächlich finden wir im Äußeren der in größerer Tiefe siedelnden Höhlenpflanzen alle Charaktere der Schattenflora, bisweilen in extremer Ausprägung, wieder. Größe, Zartheit und lebhaftes Grün der Assimilationsorgane kennzeichnen sie vor allem. Im allgemeinen ging die Größe der Blätter von in Höhlen beobachteten Pflanzen nicht über jene Dimensionen hinaus, welche die betreffende Art etwa in tiefschattigen Wäldern zeigt. In der Rackbachschlucht fielen mir

allerdings ungewöhnlich große Blätter von *Asarum europaeum* (11 *cm* breit, 8 *cm* hoch), desgleichen vor der Crna jama kolossale *Scolopendrium* Wedel (siehe XXVI.) auf; in beiden Fällen ist aber sicherlich diese üppige Entwicklung zum Teil wenigstens auch auf Rechnung großer Feuchtigkeit zu setzen. Daß aber tatsächlich direkt mit der Abnahme der Beleuchtungsintensität bis zu einem gewissen Grade derselben Assimilationsorgane zunächst an Größe zunehmen können, habe ich schon für *Asplenium trichomanes* (III.) hervorgehoben. Bis zu einer Lichtabschwächung auf zirka $L = \frac{1}{72}$ ist bei diesem Farne eine stetige Tendenz zur Vergrößerung der assimilierenden Fiederflächen zu konstatieren. Bei bedeutend geringerer Beleuchtungsstärke findet wieder eine rasche Abnahme der Fiedergröße statt. Die Fiedern der beobachteten stationären Jugendformen weichen in Form und Größe von denen der voll entwickelten Pflanze ganz erheblich ab. Die Reduktion der Dicke der assimilierenden Fläche mit der Abnahme der Beleuchtung ist durchwegs bei Höhlenpflanzen, besonders deutlich aber wieder bei *Asplenium trichomanes* zu beobachten. Auch für das lebhafte Grün der Höhlenpflanzen, auf welches schon Kerner hinwies, ist *Asplenium trichomanes* ein wahres Musterbeispiel. Jedenfalls liefert uns die Ökologie der Vegetationsorgane der Höhlenflora ein schönes Beispiel direkter Anpassung und speziell *Asplenium trichomane* einen Beweis für die oft innerhalb unglaublich weiter Grenzen sich bewegende individuelle Anpassungsfähigkeit des pflanzlichen Organismus. Eine sehr bemerkenswerte Eigentümlichkeit der Höhlenflora ist die, daß sie fast ausnahmslos aus Stauden besteht. Unter den beobachteten 63 Phanerogamen sind kaum ein halbes Dutzend (das sind zirka 9%) ein- oder zweijährig (z. Beispiel *Urtica urens, Impatiens noli tangere, Geranium Robertianum, Stellaria media*) und auch diese gedeihen, *Geranium Robertianum* ausgenommen, nur bei stärkerer Beleuchtung in den vorderen Höhlenteilen. Auch in der typischen Schattenvegetation des Waldbodens, mit der die Höhlenvegetation so viele Punkte gemein hat, fehlen solche annuelle Pflanzen fast vollständig, obwohl sie in Mitteleuropa einen nicht unansehnlichen Bruchteil der gesamten Phanerogamenflora $\left(\text{etwa } \frac{1}{10}\right)$ bilden. Cieslar hat zum Beispiel in der Schattenflora des Föhrenwaldes nur 4% ein- oder zweijährige Pflanzen beobachtet. Nur einzelne derartige Pflanzen vermögen sich auf dem Wege der Anpassung zu Schattenpflanzen umzuwandeln (so zum Beispiel *Cerastium vulgatum, glandulosum,* das Wiesner im Fichtenwalde bei $L = \frac{1}{54}$ fand, während die Mehrzahl eine solche Einschränkung des Lichtgenusses nicht verträgt, bei Unterbeleuchtung relativ stark ombrophob wird und der Verpilzung der Wurzeln verfällt. Des euphotometrischen Charakters der Höhlenvegetation — ein Hauptkennzeichen echter Schattenpflanzen — sowie der zur Einstellung in die fixe Lichtlage notwendigen, oft besonders stark ausgeprägten positiv heliotropischen Krümmungen der Blattstiele, Stengel, Zweige, wurde wiederholt gedacht. (*Adenostyles glabra* XII, *Cirsium arvense* XIX, *Dentaria enneaphylla* und *Sambucus nigra* XXII, *Oxyrrhynchium praelongum* XXIII.)

B. Ökologie der Blüten.

Wohl die Mehrzahl der in Höhlen vorkommenden Pflanzen gelangt auch zur Blüte, so daß die Standortsintensitäten daselbst sich innerhalb der Grenzen des normalen Lichtgenusses bewegen. Immerhin kommen in Höhlen, wahrscheinlich nicht so selten, auch Pflanzen unterhalb ihres normalen Lichtgenußminimums — bloß vegetierend — vor (so *Senecio nemorensis* in XVIII bei $L = \frac{1}{54}$, blühend bis $L = \frac{1}{47}$; *Lactuca muralis* ebenda bei $L = \frac{1}{90}$, blühend bis $\frac{1}{47}$; *Moehringia muscosa* in VIII, bei $L = \frac{1}{40}$, blühend bis $L = \frac{1}{6 \cdot 8}$). Nach Wiesner wird sowohl die Anlage der Blütenknospen als die Ausbildung der vollkommenen Blüten bei chlorophyllreichen Phanerogamen in der Regel durch das Licht bedingt.

Daß Pflanzen, welche, wie *Sedum acre,* ohne direktes Sonnenlicht überhaupt nicht zur Blüte gelangen, oder, wie die meisten Alpenpflanzen, eines starken Lichtes zum Vegetieren und Blühen benötigen, in Höhlen fehlen, ist erklärlich. Die Mehrzahl der in Höhlen, wenigstens in größerer Tiefe, lebenden Phanerogamen steht zeitlebens unter außerordentlich konstanten Beleuchtungsverhältnissen, denen sich die vielleicht auch nicht von vornherein darauf abgestimmten Arten anpassen mußten. In dieser Hinsicht st zwischen der Höhlenvegetation und zum Beispiel der des Waldbodens (zumal Laubwald), ein bedeutsamer Unterschied, als diese einem oft recht erheblichen Wechsel des Lichtgenusses unterworfen und vor der Belaubung der Bäume einer relativ hohen Lichtintensität ausgesetzt ist. Eine von der normalen abweichende Ausbildung oder ein schwächerer Farbenton war an den Blüten der Höhlenpflanzen nirgends zu beobachten. Auffallend ist das Überwiegen heller Farbentöne an den Blüten. Weiß und gelb dominieren weitaus (*Stellaria media, nemorum* und *Holostea, Aegopodium Podagraria, Chaerophyllum, Peltaria, Moehringia, Oxalis, Adoxa, Lonicera, Chelidonium, Ranunculus Sardous, Viola biflora, Senecio, Lactuca, Dentaria* u. a.). Rot, Violett, Blau treten völlig zurück. Sollte man da nicht an einen wirksamen Farbenkontrast — zur Farbe des Erdbodens und zum Dunkel des Höhlenhintergrundes denken? Auch darf man annehmen, daß der Besuch des dunklen, kühlen Höhleninnern durch die Sonnenschein und Wärme liebenden Hauptbestäuber, wie Bienen und Hummeln, kein allzureichlicher ist. Das zur Schautragen heller, auffallender Farben wäre daher ein gutes Mittel zur Anlockung dieser wenigen Gäste. Die Zahl der windblütigen Arten in Höhlen ist sehr unbedeutend (*Urtica, Corylus, Chenopodium, Rumex,* Gräser); davon sind die meisten in den vordersten Regionen, wo der Wind noch halbwegs eine Rolle spielt, angesiedelt. Wahrscheinlich kommt es in Höhlen auch nicht selten zur Ausbildung kleistogamer Blüten (Autogamie), da von Zederbauer und Anderen nachgewiesen wurde, daß lichtarme und feuchte Standorte bei Pflanzen aus ganz verschiedenen Familien Kleistogamie bewirken (*Viola, Oxalis, Lamium, Campanula* etc.). Für *Chrysosplenium* können auch — in feuchten Höhlen nicht fehlende — Schnecken als Bestäuber in Betracht kommen.

Endlich bleibt der phanerogamen Pflanzenwelt der Höhlen, falls die Bestäubung durch keinen der genannten Faktoren zustande kommen oder die Blütenbildung überhaupt unterbleiben sollte, die Möglichkeit der vegetativen Vermehrung. Allerdings ist diese Fähigkeit den Phanerogamen nur in beschränktem Maße möglich. Immerhin wäre an eine solche etwa bei *Glechoma, Fragaria, Rubus,* Gräsern (durch Ausläufer, *Cirsium arvense* (Wurzelknospen) zu denken. Analog der Unterdrückung der Blüte bei Phanerogamen ist auch ein Ausbleiben der Sporenbildung bei Farnen in Höhlen bisweilen zu beobachten. Eine Abhängigkeit der Sporenbildung derselben vom Lichte ist allerdings für einige Fälle erwiesen oder doch wahrscheinlich, scheint mir aber im allgemeinen noch der Aufklärung zu bedürfen. Sporangienbildung im Dunkel wurde bis jetzt nur bei *Osmunda regalis* (in der Kultur von Bittner) beobachtet; eine Keimung dieser Sporen im Dunkel fand nicht statt. Man kann sich auch nur schwer vorstellen, welchen Nutzen zum Beispiel die auf der Unterseite der Fiedern von *Asplenium trichomanes* befindlichen, dem Boden dicht angeschmiegten Sporangien aus dem sie treffenden Lichte noch ziehen könnten, wenn zum Beispiel schon das die Fiederoberseite treffende Licht nur mehr eine Stärke von $\frac{1}{280}$ hat! Möglich, daß die Anlage derselben zu einer Zeit, wo die Wedel noch eingerollt und die (morphologischen) Unterseiten dann besser beleuchtet sind, daraus Nutzen zieht. Auch bei Farnen kann übrigens der Ausfall der Sporenbildung auf vegetativem Wege (Ausläufer, Aposporie) gedeckt werden.

Die in Höhlen beobachteten Laubmoose waren durchwegs steril. Auch Arnold fand von 20 Moosen aus Höhlen am Fuße des Langkofels 17 steril. (Darunter *Gymnostomum rupestre* und *Timmia bavarica.*) Die vegetative Vermehrung (durch Ausläufer, Brutsprosse) spielt ja bei Moosen überhaupt eine sehr große Rolle; viele fruchten überhaupt gar nicht oder höchst selten. Die Beziehungen zwischen Sporenbildung und Beleuchtung bei den Moosen sind allerdings noch nicht völlig aufgeklärt, aber die Tatsache zum Beispiel, daß in den vorderen Teilen der *Crna jama Thamnium alopecurum* noch in der

Bäumchenform, weiter einwärts, bei sehr schwacher Beleuchtung, aber nur mehr in der Ausläuferform auftritt, deutet immerhin auf eine Abhängigkeit der Entwicklung dieser Pflanze vom Lichte hin. (Man vergleiche damit die Jugendformen von *Asplenium trichomanes!*)

Die Lichtstellung der Blüten betreffend, habe ich bis jetzt nur in einem Falle (*Moehringia muscosa*, VIII), eine deutliche Einstellung derselben in die Lichtrichtung beobachtet. Infolge des abgeschwächten Lichtes und wohl auch durch die Feuchtigkeit, welche die Entwicklung und Dauer der vegetativen Organe fördert, wird in Höhlen häufig die Blütenbildung und Fruchtreife verzögert. Diese Verspätung gegenüber der Außenflora fiel mir besonders bei Begehung der Drachenhöhle auf, in welcher trotz der vorgerückten Jahreszeit (13. Oktober) fast sämtliche Pflanzen noch reichlich blühten, während die meisten derselben außerhalb der Höhle schon voll entwickelte Früchte trugen. Über die Faktoren, welche für die Einwanderung der Pflanzen in Höhlen in Betracht kommen, wurde schon unter »Fremde Organismen« berichtet. Aber auch unabhängig von diesem fortdauernden Zufluß von Außen wird wohl der Bestand der Höhlenvegetation durch eine von ihr selbst ausgehende Vermehrung, beziehungsweise Aussaat aufrecht erhalten. Die bei der Einschleppung beteiligten Tiere (Säugetiere, Vögel, vielleicht auch Ameisen) werden natürlich auch dabei wieder die Hauptrolle spielen. Wenig oder gar nicht ist im Höhleninnern der Wind als Verbreitungsmittel in Betracht zu ziehen und es ist kaum ein Zufall, daß sich hier mancherlei Pflanzen mit Vorrichtungen zum Ausschleudern der Früchte finden, wie *Oxalis, Viola, Dentaria, Impatiens, Geranium*-Arten, dieselben, die auch in der Flora schattiger Wälder, wo der Wind gleichfalls die Rolle eines Samenverbreiters in nur sehr unvollkommenem Grade übernehmen kann, auftreten.

Obwohl meine Untersuchungen über den anatomischen Bau der Vegetationsorgane grüner Höhlenpflanzen, einige Beobachtungen an *Asplenium trichomanes* abgerechnet, noch nicht über das Anfangsstadium gediehen sind und einer späteren Publikation vorbehalten bleiben, möchte ich doch schon jetzt meiner Meinung Ausdruck geben, daß bedeutungsvolle Anpassungserscheinungen, speziell der Oberhaut — Lichtsinnesorgane im Sinne Haberlandt's — an Höhlenpflanzen zahlreich und in typischer Ausbildung anzutreffen sein werden. Denn wenn irgendwo, so werden diese Organe, welche die Einstellung der Blattfläche in die günstigste Lichtlage ermöglichen, hier bei der beschränkten, einseitigen Lichtzufuhr zu einer gebieterischen Notwendigkeit. Lange schon kennt man zum Beispiel eine eigentümliche Vorrichtung an dem in Höhlen lebenden Vorkeime des Leuchtmooses (*Schistostega osmundacea*) in Form halbkugelförmiger Oberhautzellen, welche das Licht auf die Chlorophyllkörner konzentrieren, wo es sodann von der Unterseite der Zellen wieder zurückgeworfen wird und den von der Pflanze bekleideten Stellen der Höhle einen goldgrünen Schimmer verleiht. Kerner erwähnt, daß das in ausgehöhlten Baumstrünken lebende Laubmoos *Hoockeria splendens* in ähnlicher Weise das Licht reflektiere, beziehungsweise durch beiderseits vorgewölbte Zellen, »Butzenscheiben«, konzentriere; daher der grüne Glanz desselben. Durch ihren goldgrünen Glanz sind mir wiederholt Moose in Höhlen aufgefallen, am meisten *Isopterygium depressum* bei $L = \frac{1}{100}$ (XI.) An Schattenformen von *Asplenium trichomanes* habe ich schon früher eine Ausbildung der Oberhautzellen, welche nach dem Augenscheine und dem positiven Ausfalle des Linsenversuches sich als Lichtsinnesorgane qualifizieren, festgestellt. Bei *Viola biflora, Aquilegia vulgaris, Oxalis Acetosella, Campanula rapunculoides, Impatiens noli tangere, Aegopodium Podagraria, Campanula Trachelium, Stellaria nemorum* und anderen Schattenpflanzen, die ich auch in Höhlen antraf, haben Haberlandt und seine Schule (Seefried) Lichtsinnesorgane ermittelt. Es fiel mir auch auf, daß in Höhlen nirgends panaschierte Blätter zu finden waren, obwohl die Bedingungen für die Bildung derselben — wie man annimmt, Schatten und Luftfeuchtigkeit — gerade hier günstige wären. Haberlandt hat aber gezeigt, daß an panaschierten Blättern (zum Beispiel von *Begonia*) die Oberhaut der Silberflecke zu einer Lichtperzeption nicht geeignet ist. Da nun dergestalt die Panaschiere der vollkommenen Lichtperzeption geradezu entgegenarbeitet, ist es nicht verwunderlich, wenn sie an

Höhlenpflanzen, denen auch die geringste derartige Schmälerung geradezu verhängnisvoll werden müßte, unterbleibt.

Der Charakter der grünen Höhlenvegetation ist im allgemeinen der einer extremen Schattenflora, welche die meisten Berührungspunkte mit der Vegetation des Waldbodens aufweist, zum Teile aber unter ganz eigenartigen, sonst nur im Experimente zu erreichenden Bedingungen (weitgehende Abschwächung des Lichtes, Mangel der Schneedecke) steht. Weit entfernt davon, ein bloßer Abklatsch der jeweiligen Außenvegetation zu sein, entbehrt ihr systematischer Aufbau unbeschadet gewisser Lokaltöne nicht eines gewissen, durch die auslesende Wirkung des Lichtes sowie den Aufenthalt von Tieren bedingten einheitlichen Zuges. Unter vielfach durch geringere Extreme (zum Beispiel der Temperatur), ja bisweilen durch eine völlige Konstanz (Gleichbleiben des Lichtgenusses) sich auszeichnenden und im ganzen nicht ungünstigen Lebensbedingungen stehend, entwickelt sich in den meisten Höhlen eine, wenn auch nicht gerade artenreiche, so doch nennenswerte Vegetation von bisweilen geradezu üppiger Ausbildung. Dem allgemeinen Zustande der Außenwelt gewissermaßen entrückt, von gewaltsamen Veränderungen derselben und ihrer Vegetation durch Menschenhand oder Elementarereignisse vielfach unberührt, vermögen sich hier Reste, Zeugen derselben längere oder kürzere Zeit zu erhalten. Unter dem Einflusse der außerordentlich weit gehenden Lichtreduktion kommt es zur Bildung von Höhlenformen und -rassen von Pflanzen, wie solche anderorts bisher für die betreffende Art entweder gar nicht oder doch nicht in solcher Ausprägung beobachtet wurden. Als ein ganz eklatanter Fall von direkter Anpassung verdienen manche Vertreter der Höhlenflora die besondere Aufmerksamkeit des Biologen.

Es obliegt mir schließlich noch die angenehme Pflicht, allen denen, welche vorliegende Arbeit fördern halfen, meinen aufrichtigen Dank auszusprechen. Er gilt in erster Linie der hohen kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, welche meine Forschungen durch eine Subvention unterstützte. Nicht minder meinem ehemaligen hochverehrten Lehrer, dem Altmeister der Physiologie, Herrn Hofrat Dr. J. R. v. Wiesner, der von Anfang an der Arbeit das größte Interesse entgegenbrachte und in derselben einen bescheidenen Beitrag zu seinen großzügigen Studien über den Lichtgenuß der Pflanzen erblicken möge.

Ferner danke ich Herrn k. k. Gymnasialdirektor Dr. J. Glowacki in Marburg für die von ihm in liebenswürdigster Weise vorgenommene Bestimmung der Höhlenmoose, desgleichen Herrn Professor J. Nevole in Knittelfeld für die Bestimmung einiger Phanerogamen. Weiters bin ich Herrn G. A. Perko, Grottensekretär und Höhlenforscher in Adelsberg, für seine Führung und Ratschläge zu Dank verpflichtet. Endlich war mir auf zahlreichen Höhlenbegehungen in Obersteiermark der Septimaner unserer Anstalt, A. Sutter, ein willkommener Begleiter, der mich bei der Abmessung der Höhlendimensionen und beim Einsammeln der Pflanzen nach Kräften unterstützte und von dem auch einige selbständige Beobachtungen herrühren.

Literaturzusammenstellung.

Wiesner. Der Lichtgenuß der Pflanzen. Leipzig 1907.

Beck v. Managetta G. Die Umkehr der Pflanzenregionen in den Dolinen des Karstes. Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathem. naturw. Kl., Band CXV, Abt. I, 1906.

Hugo de Vries. Die Pflanzen und Tiere in den dunklen Räumen der Rotterdamer Wasserleitung. Jena 1890.

Kerner. Pflanzenleben I.

Perko G. Die Höhle Demnice in Istrien. Mitteilungen der k. k. geographischen Gesellschaft in Wien, 1909, Bd. 52, Nr. 6.

Solla R. Phytobiologische Beobachtungen auf einer Exkursion nach Lampedusa und Linosa. Österr. botanische Zeitschrift, 1884.

Arnold. Lichenologische Ausflüge in Tirol. Verh. der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, 1875 und 1896.

Schroeter. Pflanzenleben der Alpen. Zürich 1908.

Zukal. Morphologische und biologische Untersuchungen über die Flechten. III. Abteilung. Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. Bd. CXV, 1906.

Kissling P. B. Beiträge zur Kenntnis des Einflusses der chemischen Lichtintensität auf die Vegetation. Halle a. S. 1895.

Linsbauer L. Photometrische Untersuchungen über die Beleuchtungsverhältnisse im Wasser. Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathem. naturw. Kl., Bd. CXIV, 1905.

Zederbauer E. Kleistogamie von Viola arvensis und ihre Ursachen. Österr. botanische Zeitschrift, 1904.

Haeckel E. Planktonstudien. Jena 1890.

Seefried F. Über die Lichtsinnesorgane der Laubblätter einheimischer Schattenpflanzen. Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. Bd. CXVI, Abt. I, 1907.

Pospichal E. Flora des österreichischen Küstenlandes. Wien 1897 bis 1899.

Bittner K. Über Chlorophyllbildung im Finstern bei Kryptogamen. Österr. botan. Zeitschrift, 1905.

Hoffer M. Unterirdisch entwässerte Gebiete in den nördlichen Kalkalpen II. Teil. Mitteilungen der k. k. geographischen Gesellschaft in Wien, 1909. Bd. 52, Nr. 6.

Jack J. B. Beitrag zur Kenntnis der Lebermoosflora Tirols. Verhandlungen der k. k. zoolog.-botanischen Gesellschaft in Wien, 1895.

Lämmermayr L. Studien über die Anpassung der Farne an verschiedene Lichtstärke. Jahresbericht des k. k. Staatsgymnasiums in Leoben, 1906/7 und 1907/8.



DIE

TÄGLICHE PERIODE DER WINDRICHTUNG UND WINDSTÄRKE

NACH DEN

ANEMOMETRISCHEN AUFZEICHNUNGEN AUF DER KLIPPE PORER

VON

EDUARD MAZELLE

DIREKTOR DES MARITIMEN OBSERVATORIUMS IN TRIEST

Mit 5 Textfiguren.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 26. JÄNNER 1911.

Auf der Seeleuchte der Klippe Porer, $\varphi = 44° 45'5$, $\lambda = 13° 53'5$ E. v. G., welche $1^1/_2$ Seemeilen westsüdwestlich vom Kap Promontore, der Südspitze von Istrien, liegt und aus einem 31·3 *m* hohen, runden, steinernen Turm besteht, wurde vom Hydrographischen Amte der k. u. k. Kriegsmarine zu Pola, dank den Bemühungen des Vorstandes der geophysikalischen Abteilung dieses Amtes, Herrn Fregattenkapitäns v. Keßlitz, im September 1902 ein Anemograph nach Beckley aufgestellt. Dieser von der Firma R. Fueß, Steglitz bei Berlin, gelieferte Windautograph ist an der Seeleuchte derart angebracht, daß das Schalenkreuz 36·8 *m* über dem Meeresspiegel zu liegen kommt. Diese für Windbeobachtungen geradezu ideale Lage, ferne von jedem störenden Einflusse, bot von allem Anfang Gewähr, daß die Aufzeichnungen unsere Kenntnisse über die Windverhältnisse in der Adria entschieden bereichern werden.

Für die hier vorliegenden Untersuchungen konnten die in den Jahrbüchern der Abteilung für Geophysik des Hydrographischen Amtes der k. u. k. Kriegsmarine veröffentlichten stündlichen Werte der Windrichtung und Windgeschwindigkeit der fünf Jahre 1903 bis 1907 herangezogen werden und außerdem durch das liebenswürdige Entgegenkommen des Fregattenkapitäns v. Keßlitz, wofür hier der verbindlichste Dank gesagt wird, auch noch einzelne tabellarische Zusammenstellungen über die Häufigkeit der Winde und der zugehörigen Summen der Windwege der drei Jahre 1905 bis 1907, die in den genannten Jahrbüchern nicht veröffentlicht wurden.

Windhäufigkeit.

In den im Anhange mitgeteilten Tabellen I bis V sind für die 16 Windrichtungen ihre Häufigkeitszahlen für alle 24 Stunden des Tages, wie sie aus diesem fünfjährigen Beobachtungszeitraum resultieren, ersichtlich gemacht. In den ersten vier Tabellen finden sich die Ergebnisse für die einzelnen Jahreszeiten, in der fünften Tabelle die Jahressummen. Der häufigste Wind ist die Bora, ENE-Richtung. Nach ihrer

Häufigkeit geordnet, folgen im Jahresdurchschnitte die Windrichtungen NE, E, NW, WNW, SE, SSE, ESE, NNE, NNW, S, W, N, WSW, SSW und SW.

Zur besseren Übersicht werden in der nachfolgenden Zusammenstellung die Häufigkeiten der einzelnen Windrichtungen in Prozenten ausgedrückt.

Mittlere Häufigkeit der einzelnen Windrichtungen

in Prozenten ausgedrückt.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Kalmen
Winter	**4·7**	**6·8**	**15·0**	**22·6**	5·1*	2·8*	3·4*	3·5*	3·3*	2·3*	2·4*	3·1	4·3	6·6	**7·2**	**5·9**	1·0
Frühling . . .	2·3*	3·0*	8·6*	16·2	**10·2**	**7·6**	**8·1**	**8·3**	**4·8**	3·4	3·1	2·8*	3·5*	6·5	6·6	4·1*	0·9
Sommer . . .	4 2	4·3	11·7	12·5*	8·9	5·8	6·4	6·1	4·5	2·7	3·0	**3·8**	**5·7**	**7·1**	7·1	4·8	1·4
Herbst	4·1	5·0	14·4	14·7	9·1	4·8	6·1	5·2	**4·8**	**4·4**	**4·0**	**3·8**	3·9	4·6*	5·6*	4·1*	1·4
Jahr	3·8	4·8	12·4	16·4	8·4	5·3	6·0	5·8	4·4	3·2	3·1	3·4	4·3	6·2	6·6	4·7	1·2

Zu allen Jahreszeiten ist der ENE der vorherrschende Wind, doch nimmt seine Häufigkeit gegen den Sommer hin ab. Die nördlichen Windrichtungen, von NW über N bis ENE, sind im Winter am häufigsten, im Frühling wächst die Häufigkeit für die Windrichtungen von E über SE bis S, im Sommer zeigen die westlichen Winde, WSW, W und WNW, ihre relativ größte Frequenz, während im Herbst die Häufigkeit für die südwestlichen Winde, S bis WSW, zunimmt.

Vereinigen wir die Winde nach den vier Quadranten, wie in der nachfolgenden kleinen Tabelle,

Häufigkeit der Winde in den vier Quadranten.

	NE	SE	SW	NW	Kalmen
Winter	**49**	14	12	**24**	1
Frühling	34	**32**	13	20	1
Sommer	35	25	15	**24**	1
Herbst	41	23	**17**	18	1
Jahr	40	24	14	21	1

so ersehen wir für die NE-Winde die größte Häufigkeit im Winter mit 49%, im Frühling sinkt die Häufigkeit für die Winde aus den NE-Quadranten auf 34%, während für die Winde aus den SE-Quadranten die Frequenz auf ihr Maximum von 32% ansteigt. Die SW-Winde zeigen die größte Häufigkeit im Herbste mit 17% und die Winde aus den NW-Quadranten im Sommer mit 24%, mit einer gleich großen Frequenz im Winter, hervorgerufen durch die oben bei der Trennung nach 16 Windrichtungen ersichtliche größere winterliche Frequenz der mehr nördlichen Richtungen.

Betrachten wir die Ergebnisse der in den Tabellen I bis V ersichtlich gemachten stündlichen Werte, so ersehen wir vor allem im allgemeinen, daß das Frequenzmaximum der einzelnen Windrichtungen, mit der Zählung von N angefangen, sich vorerst regelmäßig mit der Sonne dreht; NNE und NE zeigen das Maximum in den ersten Morgenstunden, ENE um 8^h früh, E und ESE gegen Mittag, SE am Nachmittag. Von SE angefangen dreht sich die Eintrittszeit für das Frequenzmaximum bis zum SW zurück, da der SSE die größte Häufigkeit um 4^h nachmittags erreicht, der S um 2^h, SSW um 1^h, SW um Mittag. In den

darauffolgenden Windrichtungen rückt das Frequenzmaximum wieder auf immer spätere Stunden: WSW auf 2ʰ p., W auf 3ʰ, WNW auf 5ʰ, NW auf 7ʰ, NNW auf 10ʰ abends. Im ganzen und großen zeigen sich diese Drehungen auch in den einzelnen Jahreszeiten.

Um die tägliche Periode und die Verlagerung der Frequenzmaxima bei den einzelnen Windrichtungen übersichtlicher darzustellen, wurden vorerst die Häufigkeitsgrößen von zwei zu zwei Stunden vereinigt und die erhaltenen Werte durch 10 dividiert, um die Stundenmittel für die einzelnen Jahreszeiten und das Jahr zu erhalten. Diese Werte wurden sodann auf die acht Hauptwindrichtungen reduziert, indem die Winde der Zwischenrichtungen zur Hälfte der vorhergehenden, zur Hälfte der nachfolgenden Hauptrichtung zugezählt wurden. Aus diesen Tabellen, die hier aus Raumersparnis nicht mitgeteilt werden, wurde nun die Häufigkeit in Prozenten der Gesamtanzahl der Beobachtungen der betreffenden Jahreszeit und des Jahres berechnet. Die Resultate finden sich in den nachfolgenden Tabellen 1 bis 5.

Diese Tabellen, welche die Windhäufigkeit der acht Hauptrichtungen in Prozenten ausdrücken, lassen bei allen Windrichtungen eine regelmäßige einfache tägliche Periode erkennen.

Tabelle 1.

Windhäufigkeit der acht Hauptrichtungen — Winter.

In Prozenten.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalmen
1ʰ a.	14·3	31·0	16·6	5·7*	6·9	5·1	7·5	12·0	0·9
3	**14·5**	31·6	16·4	5·9	6·3	4·4	7·4	12·7	0·8
5	14·2	30·8	18·3	6·2	6·5	4·1	6·8	12·3	0·8
7	13·3	32·7	19·1	5·8	5·3*	4·0*	7·7	11·8*	0·3
9	11·1	**33·0**	19·1	6·2	6·3	4·4	6·9	12·0	1·0
11	7·9	29·3	**20·6**	6·0	5·4	5·1	10·8	13·3	1·6
1ʰ p.	5·3*	27·4	18·5	6·7	5·4	6·0	**15·2**	14·5	1·0
3	5·6	26·9	17·5	7·0	5·7	5·9	14·6	16·1	0·7
5	8·4	25·6*	17·5	**7·9**	6·0	5·8	11·3	**16·5**	1·0
7	12·2	27·8	15·9*	7·5	6·5	**6·2**	8·6	13·9	1·4
9	12·7	30·0	17·0	7·0	**7·1**	5·1	6·7	13·5	0·9
11	13·6	29·9	17·4	6·9	7·0	5·3	6·5*	12·8	0·6
Mittel	11·1	29·7	17·8	6·6	6·2	5·1	9·2	13·4	0·9

Tabelle 2.

Windhäufigkeit der acht Hauptrichtungen — Frühling.

In Prozenten.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalmen
1ʰ a.	9·7	22·3	25·0	12·9	6·7	5·3	5·7	11·4	1·0
3	**10·7**	22·5	25·4	12·6	6·3	5·5	5·0	10·5	1·5
5	9·0	**26·0**	26·2	11·9*	5·9*	5·5	4·5*	9·6	1·4
7	7·8	24·2	25·7	12·8	8·4	5·8	4·9	9·5	0·9
9	3·5	22·0	**26·3**	15·6	6·9	7·8	6·7	10·4	0·8
11	1·4	16·4	26·0	17·7	11·3	**7·9**	10·5	8·6*	0·2
1ʰ p.	1·5	11·9	21·1	19·3	15·0	7·5	13·3	9·9	0·5
3	1·2*	9·6*	16·2	**20·5**	**16·0**	7·3	**14·9**	14·1	0·2
5	1·6	10·5	15·9*	20·0	14·7	6·2	12·7	**18·2**	0·2
7	4·5	13·5	17·5	18·0	14·1	4·9*	9·1	17·2	1·2
9	9·0	18·0	18·8	17·0	12·7	5·2	4·9	13·5	0·9
11	9·9	21·6	21·5	14·0	9·9	5·1	5·1	10·8	2·1
Mittel	5·8	18·2	22·1	16·0	10·7	6·2	8·1	12·0	0·9

Tabelle 3.

Windhäufigkeit der acht Hauptrichtungen — Sommer.

In Prozenten.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalmen
1h a.	**16·5**	29·7	20·7	8·8	3·5	3·5	5·2	10·5	1·6
3	14·6	30·6	23·5	7·3	2·7*	3·4*	4·5	11·9	1·5
5	14·7	**31·1**	25·2	7·1*	4·1	3·4	3·5*	10·2	0·7
7	11·2	30·8	26·4	8·6	4·8	3·5	5·2	8·4	1·1
9	4·9	27·4	**26·6**	12·5	6·4	6·0	7·7	6·4	2·1
11	1·6	17·3	23·6	**17·9**	10·4	10·4	13·4	5·2*	0·2
1h p.	1·6	10·6	16·2	15·5	**15·9**	**11·3**	20·3	8·0	0·6
3	1·2*	7·9	11·1	15·4	14·7	10·9	**24·3**	14·0	0·5
5	1·6	7·6*	7·7*	16·4	13·2	7·4	22·6	22·0	1·5
7	5·4	10·1	7·8	14·5	13·5	5·9	14·1	**26·5**	2·2
9	15·4	14·7	10·9	12·9	11·7	5·7	6·0	20·7	2·0
11	16·4	22·7	16·7	11·4	6·8	4·1	6·5	13·4	2·0
Mittel	8·8	20·0	18·0	12·4	9·0	6·3	11·1	13·1	1·3

Tabelle 4.

Windhäufigkeit der acht Hauptrichtungen — Herbst.

In Prozenten.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalmen
1h a.	12·6	29·7	19·0	8·5	8·0	7·1	4·8	8·7	1·6
3	10·9	**31·7**	18·4	8·4*	6·2*	8·9	5·6	9·1	0·8
5	11·7	29·3	18·7	8·7	8·0	7·8	6·0	8·5	1·3
7	10·0	28·1	20·9	9·1	8·3	7·1	6·2	8·6	1·7
9	7·3	26·7	22·0	10·6	8·1	8·3	6·5	8·5	2·0
11	4·6	20·2	**23·7**	11·0	10·6	10·3	10·4	7·9*	1·3
1h p.	2·2*	18·6	21·3	13·4	10·4	**10·7**	14·0	8·7	0·7
3	3·2	16·9*	17·7	**14·5**	11·3	8·9	**15·4**	11·4	0·7
5	5·7	17·8	15·2*	13·7	10·6	8·4	12·3	**14·7**	1·6
7	10·1	20·2	15·9	13·4	11·2	6·2*	7·2	14·0	1·8
9	13·2	24·8	15·4	11·5	**12·6**	6·6	4·2*	10·1	1·6
11	**13·2**	27·4	17·5	9·7	10·1	7·2	4·3	9·3	1·3
Mittel	8·7	24·3	18·8	11·0	9·6	8·1	8·1	10·0	1·4

Tabelle 5.

Windhäufigkeit der acht Hauptrichtungen — Jahr.

In Prozenten.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalmen
1h a.	**13·3**	28·2	20·3	9·0	6·3	5·2	5·8	10·7	1·2
3	12·7	29·1	20·9	8·6	5·4*	5·5	5·6	11·1	1·1
5	12·4	**29·3**	22·1	8·5*	6·1	5·2	5·2*	10·1	1·1
7	10·6	28·9	23·0	9·1	6·7	5·1*	6·0	9·5	1·1
9	6·7	27·3	**23·5**	11·2	6·9	6·6	7·0	9·3	1·5
11	3·9	20·7	23·5	13·2	9·4	8·4	11·3	8·7*	0·9
1h p.	2·6*	17·1	19·3	13·7	11·7	**8·9**	15·7	10·3	0·7
3	2·8	15·3*	15·6	14·4	**11·9**	8·3	**17·3**	13·9	0·5
5	4·3	15·4	14·1*	**14·5**	11·1	7·0	14·7	17·8	1·1
7	8·0	17·9	14·3	13·4	11·3	5·8	9·8	**17·9**	1·6
9	12·6	21·8	15·5	12·1	11·1	5·6	5·4	14·5	1·4
11	13·3	25·4	18·3	10·5	8·4	5·4	5·6	11·6	1·5
Mittel	8·6	23·0	19·2	11·5	8·9	6·4	9·1	12·1	1·2

In einem mittleren Jahre (Tabelle 5) zeigen die Winde aus N und NE ihre größte Frequenz in den Nacht- und Morgenstunden, der E zeigte die größte Frequenz vormittags. Die Winde aus SE, S, SW und W kommen mit einer größeren Häufigkeit nachmittags vor, während der NW die größte Frequenz abends aufweist.

Besonders übersichtlich wird diese Verteilung dargestellt, wenn aus der Tabelle 5 die Häufigkeit für vier Tagesintervalle gebildet wird, und zwar von 1 bis 6^h früh, von 7^h vormittags bis Mittag, von 1^h bis 6^h nachmittags und von 7^h abends bis Mitternacht.

Die Resultate sind nachfolgende:

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1^h a.— 6^h a.	**12·8**	**28·9**	21·1	8·7*	5·9*	5·3*	5·5*	10·6
7 a.—12 m.	7·1	25·6	**23·3**	11·2	7·7	6·7	8·1	9·2*
1 p.— 6 p.	3·2*	15·9*	16·3	**14·2**	**11·6**	**8·1**	**15·9**	14·0
7 p.—12 m.	11·3	21·7	16·0*	12·0	10·3	5·6	6·9	**14·7**

Aus den Jahresergebnissen lassen sich nachfolgende Eintrittszeiten für die Extreme und die Medien, auf ganze Stunden abgerundet, entnehmen:

Eintrittszeiten der Extreme und Medien der Windhäufigkeit — Jahr.

	I. Medium	Maximum	II. Medium	Minimum
N	7^h p.	12^h n.	8^h a.	2^h p.
NE	10 p.	5 a.	10 a.	4 p.
E	12 n.	10 a.	1 p.	6 p.
SE	9 a.	4 p.	10 p.	4 a.
S	11 a.	3 p.	10 p.	3 a.
SW	9 a.	1 p.	6 p.	3 a.
W	10 a.	3 p.	7 p.	1 a.
NW	2 p.	6 p.	11 p.	10 a.

Der N-Wind zeigt eine Häufigkeit über der mittleren Frequenzgröße von 7^h abends bis 8^h früh, der NE von 10^h abends bis 10^h vormittags, der E von Mitternacht bis 1^h nachmittags. Bei der SE-Richtung erhebt sich die Gangkurve über den Mittelwert von 9^h vormittags bis 10^h abends, der S-Wind von 11^h vormittags auch bis 10^h abends; der SW und W von 9^h früh bis 6^h abends, beziehungsweise 10^h bis 7^h, während der NW-Wind die größere Frequenz von 2^h nachmittags bis 11^h nachts zeigt.

Die größte Häufigkeit erreicht der N-Wind um Mitternacht, der NE um 5^h früh, der E um 10^h vormittags und der SE um 4^h nachmittags. Mit der Drehung des Windes ist demnach eine entsprechende Rechtsdrehung der Eintrittszeit für das Maximum zu entnehmen. Bei den zwei nächsten Windrichtungen verfrüht sich aber das Maximum, dasselbe tritt bei dem S-Wind um 3^h nachmittags, bei dem SW schon um 1^h nachmittags ein, um bei den nächsten Windrichtungen wieder später zu fallen, und zwar bei der W-Richtung auf 3^h nachmittags und bei dem NW-Wind auf 6^h abends.

Ganz ähnliche Drehungen finden sich im Winter, Frühling und Herbst, nur im Sommer ist eine kontinuierliche Rechtsdrehung zu bemerken.

Eintrittszeiten des Maximums und der Medien der Windhäufigkeit.

	Winter			Frühling			Sommer			Herbst		
	I. Med.	Max.	II. Med.	I. Med.	Max.	II. Med.	I. Med.	Max.	II. Med.	I. Med.	Max.	II. Med.
N	6^h p.	3^h a.	9^h a.	8^h p.	2^h a.	8^h a.	8^h p.	12^h n.	8^h a.	6^h p.	11^h p.	8^h a.
NE	9 p.	8 a.	11 a.	9 p.	5 a.	10 a.	10 p.	5 a.	11 a.	9 p.	3 a.	10 a.
E	4 a.	11 a.	2 p.	11 p.	8 a.	12 m.	12 n.	8 a.	12 m.	1 a.	11 a.	2 p.
SE	1 p.	5 p.	12 n.	9 a.	3 p.	10 p.	9 a.	11 a.	10 p.	11 a.	3 p.	9 p.
S	6 p.	9 p.	6 a.	11 a.	3 p.	10 p.	10 a.	1 p.	10 p.	10 a.	9 p.	12 n.
SW	11 a.	5 p.	12 n.	8 a.	11 a.	5 p.	9 a.	2 p.	6 p.	6 a.	12 m.	5 p.
W	10 a.	2 p.	6^h p.	10 a.	3 p.	8 p.	10 a.	3 p.	8 p.	10 a.	3 p.	7 p.
NW	11 a.	4 p.	9 p.	2 p.	5 p.	11 p.	3 p.	7 p.	11 p.	2 p.	6 p.	9 p.

Betrachten wir die Eintrittszeiten der Maxima für die in der Rechtsdrehung aufeinanderfolgenden Windrichtungen, so ersehen wir im Winter, daß sich das Maximum der N-Richtung von 3^h früh bis zum Maximum beim S-Wind auf 9^h abends verlagert, hierauf verfrühen sich die Maxima der SW-Richtung auf 5^h nachmittags, der W-Richtung auf 2^h nachmittags, um beim NW wieder auf 4^h nachmittags vorzurücken. Im Frühling drehen sich diese Eintrittszeiten von 2^h a. beim N bis 3^h p. beim SE und S, gehen dann für den SW auf 11^h a. zurück, um sich beim W und NW auf 3^h und 5^h nachmittags zu verlegen. Im Herbst bewegen sich die Maxima von 11^h nachts (N) über Mittag bis 9^h abends (S), um für den SW auf Mittag zurückzugehen und beim W auf 3^h und beim NW auf 6^h abends vorzurücken.

Im Sommer ist hingegen eine anhaltende Rechtsdrehung zu bemerken; die Maxima der aufeinanderfolgenden Windrichtungen drehen sich von Mitternacht über Mittag zum Abend. Das Eintreffen des Maximums der Windrichtungen NE, E, SE und S erscheint verspätet im Vergleich zur mittleren Lage der Sonne; bei den Winden aus SW, W und NW hingegen verfrüht. Der N-Wind zeigt entsprechend der mittleren Lage der Sonne um Mitternacht sein Maximum, NE (5^h a.), E (8^h a.), SE (11^h a.) und S (1^h p.) lassen die Sonne links, SW (2^h p.), W (3^h p.) und NW (7^h p.) rechts liegen. Die Drehung des Windes wird im nächsten Abschnitte — Windwege — noch eine eingehendere Behandlung finden.

Vergleichen wir die Lage der Maxima der einzelnen Windrichtungen von Jahreszeit zu Jahreszeit, so ersehen wir, daß beim N und NE das Maximum im Sommer und Herbst früher eintrifft, beim E im Frühling und Sommer. Beim SE und S findet eine bedeutende Verfrühung im Sommer statt, beim SW im Frühling und Herbst. Beim W-Wind trifft das Maximum zu allen Jahreszeiten annähernd um dieselbe Zeit ein. Bei allen diesen Windrichtungen liegt im Winter das Maximum im allgemeinen später, nur bei der NW-Richtung findet das Wintermaximum früher statt, im Sommer am spätesten, 4^h p. gegen 7^h p.

Die relativ größere Häufigkeit findet bei den Windrichtungen E, SE, S und SW im Sommer zu einer früheren Tageszeit statt als im Winter. So erhebt sich beim E die Gangkurve über den Mittelwert im Winter von 4^h morgens bis 2^h nachmittags, im Sommer von Mitternacht bis Mittag, bei dem SE im Winter von 1^h nachmittags bis Mitternacht, im Sommer von 9^h vormittags bis 10^h abends. Der S-Wind zeigt eine größere Häufigkeit im Winter von 6^h abends bis 6^h früh, im Sommer hingegen von 10^h vormittags bis 10^h abends und der SW im Winter von 11^h vormittags bis Mitternacht, im Sommer von 9^h vormittags bis 6^h abends. Bei den N, NE und W-Richtungen sind die Verschiebungen der Gangkurven geringfügiger, während der NW ein gut ausgeprägtes entgegengesetztes Verhalten zeigt. Im Winter erhebt sich hier die Gangkurve von 11^h vormittags bis 9^h abends über den Mittelwert, im Sommer hingegen später von 3^h nachmittags bis 11^h nachts.

Betrachten wir noch im Jahresdurchschnitte, durch wie viel Stunden sich die Gangkurve oberhalb des Mittelwertes hält, so finden wir beim

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
13	12	13	13	11	9	9	9	Stunden.

Die Winde aus N, NE, E und SE zeigen demnach im allgemeinen durch mehr als die Hälfte des Tages größere Häufigkeit, während bei den Richtungen S, SW, W und NW Häufigkeiten über den Mittelwert durch eine geringere Anzahl von Stunden erreicht werden. Dementsprechend liegen die Maxima bei den erstgenannten Windrichtungen um einen geringeren Betrag über dem Mittelwert als die Minima unter demselben, während bei den zweitgenannten Windrichtungen, namentlich bei den westlichen, die Maxima größere Abweichungen vom Mittelwert zeigen als die Minimn, wie auch aus den nachfolgenden zwei Reihen hervorgeht.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Maximum — Mittel . . .	4·7	6·3	4·3	3·0	3·0	**2·5**	**8·2**	**5·8**
Mittel — Minimum . . .	**6·0**	**7·7**	**5·1**	3·0	**3·5**	1·3	3·9	3·4

In bezug auf die Amplitude der täglichen Periode der Häufigkeit läßt sich hervorheben, daß bei allen Windrichtungen die größte Schwankung im Sommer, die kleinste im Winter zu bemerken ist.

Die größte Schwankung findet im allgemeinen beim NE statt, die geringste bei dem SW.

Amplituden im täglichen Gange der Windhäufigkeit.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Winter	9·2*	7·4*	4·7*	2·2*	1·8*	2·2*	8·7*	4·7*
Frühling	9·5	16·4	10·4	8·6	10·1	3·0	10·4	9·6
Sommer	**15·3**	**23·5**	**18·9**	**10·8**	**13·2**	**7·9**	**20·8**	**21·3**
Herbst	11·0	14·8	8·5	6·1	6·4	4·5	11·2	6·8
Jahr	10·7	14·0	9·4	6·0	6·5	3·8	12·1	9·2

Betrachten wir zum Schluß noch die Häufigkeit der Kalmen, welche zu allen Jahreszeiten beiläufig mit einer Häufigkeit von nur 1% resultieren, so zeigen dieselben im Jahresmittel die relativ größte Frequenz in den ersten Nachtstunden. Im Winter und Herbst sind sie in den letzten Vormittags- und ersten Nachtstunden noch am häufigsten, im Frühling und Sommer nachtsüber.

Häufigkeit der Windstillen.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
1^h — 6^h a.	0·8	**1·3**	**1·3**	1·2	1·1
7 a.—12 m.	**1·0**	0·6	1·1	**1·7**	1·2
1 p.— 6 p.	0·9	0·3	0·9	1·0	0·8
7 p.—12 n.	1·0	**1·4**	**2·1**	**1·6**	**1·5**

Windwege.

Aus der Trennung der zurückgelegten Windwege nach Richtungen und Stunden soll vorerst die Verteilung nach den einzelnen Windrichtungen betrachtet werden. Für ein mittleres Jahr resultieren nachfolgende Windwege in Kilometern:

N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
5312·0	9111·8	37810·2	56248·6	17128·0	9871·2	15184·2	14044·4

S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
9516·8	6579·6	5732·6	5122·6	6003·0	9184·6	10065·8	6399·6

und als Jahressumme 223315 Kilometer.

Die größte Kilometeranzahl wird in der ENE-Richtung — Bora — zurückgelegt, die kleinste bei dem WSW-Wind. In Prozenten der Gesamtsumme ergeben sich bei

N	2·4%	E	7·7%	S	4·3%	W	2·7%
NNE	4·1	ESE	4·4	SSW	2·9	WNW	4·1
NE	16·9	SE	6·8	SW	2·6	NW	4·5
ENE	25·2	SSE	6·3	WSW	2·3	NNW	2·9

Winde aus dem NE-Quadranten legen 51% des Gesamtwindweges zurück, die aus dem SE-Quadranten 24%, die kleinste Anzahl, 11%, wird bei den Winden aus dem SW-Quadranten erreicht, auch aus dem NW-Quadranten werden nur 14% sämtlicher Kilometer erzielt.

Betrachten wir die zurückgelegten Windwege in den einzelnen Richtungen nach Jahreszeiten getrennt und bestimmen wir, der Übersichtlichkeit halber, für die einzelnen Windrichtungen die Prozente in bezug auf den in der betreffenden Jahreszeit zurückgelegten Gesamtweg, so ersehen wir das größte Übergewicht für die Bora im Winter. Im Frühling kommt ein großer Teil dem Scirocco zu, im Sommer

Prozente der Gesamtwindwege.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
Winter	2·4	4·8	19·5	35·8	4·3	2·6	4·7	4·3	3·5	1·8	1·6	1·7	2·2	3·7	4·1	3·0
Frühling	1·4	2·5	11·4	23·8	10·2	6·1	9·4	8·7	4·5	2·9	2·6	1·8	2·3	4·7	4·9	2·8
Sommer	3·5	4·8	17·9	17·5	8·7	4·9	5·7	5·9	3·8	2·2	2·3	2·9	4·5	6·0	5·8	3·6
Herbst	2·4	4·1	18·4	19·8	8·5	4·6	7·6	6·6	5·3	4·8	3·9	3·0	2·4	2·7	3·7	2·2

ist eine prozentuelle Zunahme für die NW-Winde hervorzuheben, während im Herbst für die SW-Winde eine Steigerung zu entnehmen ist.

Nach Quadranten geordnet ergibt sich nachfolgende übersichtliche Verteilung.

Prozente des Gesamtwindweges.

	NE	SE	SW	NW
	Quadranten			
Winter	**64**	15	8	13
Frühling	43	**32**	11	14
Sommer	46	23	12	**19**
Herbst	48	26	**15**	11
Jahr	51	24	11	14

Die Winde aus dem 1. Quadranten sind allerdings zu allen Jahreszeiten den übrigen Windrichtungen überlegen, doch werden im Frühling 32% des entsprechenden Windweges bei Winden aus dem 2. Quadranten zurückgelegt. Im Sommer kommen 19% dem 4. Quadranten zu und im Herbst 15% den Winden aus den 3. Quadranten.

Der größeren Genauigkeit wegen wurden für die einzelnen Windrichtungen die innerhalb 10 Tagen erzielten mittleren Windwege berechnet, womit die verschiedene Länge der einzelnen Jahreszeiten ausgeschieden erscheint.

Mittlere Windwege in den einzelnen Windrichtungen

auf 10 Tage reduziert, in Kilometern ausgedrückt.

N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
							Winter								
183·9	**361·6**	**1466·5**	**2700·1**	322·9*	198·3*	351·0	325·2	265·8	139·1	116·7	129·5	166·7	275·3	**309·4**	**229·0**
							Frühling								
81·8*	148·0*	672·4*	1400·7	**600·7**	**360·7**	**554·0**	**514·0**	262·8	171·6	155·4	104·7*	133·3*	275·5	289·0	163·0
							Sommer								
162·6	224·2	828·9*	809·0*	402·8	226·6	265·8*	275·0*	174·8*	101·3*	104·9*	134·2	**206·0**	**279·4**	268·9	165·8
							Herbst								
154·4	266·7	1183·6	1270·8	547·6	294·4	491·9	423·4	**339·9**	**309·2**	**251·1**	**193·1**	151·4	175·4*	235·5*	143·9*
							Jahr								
145·5	249·5	1035·3	1540·2	469·0	270·3	415·8	384·6	260·6	180·2	157·0	140·3	164·4	251·5	275·6	175·2

Im Winter werden die relativ größten Windwege in den sechs nördlichen Richtungen von NW bis ENE zurückgelegt, im Frühling ist eine starke Zunahme bei den vier Richtungen E bis SSE zu bemerken, im Sommer hingegen für den W und WNW und im Herbst für die vier Windrichtungen von S bis WSW.

Die Gesamtwindwege in einem zehntägigen Zeitintervalle sind nachfolgende:

Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
7541·0	5887·6	4630·2	6432·3	6115·0 Kilometer.

Um die Verteilung der Windwege nach den einzelnen Stunden einer Diskussion zu unterziehen, eignen sich die im Anhange mitgeteilten Tabellen VI bis X nur zum Teile.

Der leichteren Übersicht halber wurden vorerst für jede einzelne Windrichtung die Windwege dieser fünf Beobachtungsjahre von zwei zu zwei Stunden vereinigt und die erhaltenen Werte durch 10 dividiert, um die mittleren stündlichen Windwege für die einzelnen Jahreszeiten und das Jahr zu erhalten. Diese Windwege wurden dann nach der Formel

$$\begin{aligned} &NE + NNE \cos 22{\cdot}5^\circ + N \cos 45^\circ + NNW \cos 67{\cdot}5^\circ \\ &\quad + ENE \cos 22{\cdot}5^\circ + E \cos 45^\circ + ESE \cos 67{\cdot}5^\circ \text{ usw.} \end{aligned}$$

auf vier Komponenten reduziert und zwar auf die Richtungen NE, SE, SW und NW, die wichtigsten Windrichtungen für die Adria Die erhaltenen Windwege finden sich in der nachstehenden Tabelle 6.

Tabelle 6.

Mittlere Windwege auf vier Komponenten reduziert.

Kilometer pro Stunde.

	Winter				Frühling				Sommer			
	NE	SE	SW	NW	NE	SE	SW	NW	NE	SE	SW	NW
1^h a.	1855	834	356	440	1260	941	318	359	1183	504	193	364
3	1862	815	349	463	1297	914	332	369	1299	533	186	371
5	1863	862	320	460	1319	893	312	320	1297	573	183	317
7	1903	889	279	432	1292	963	326	287	1307	598	195	264
9	1914	907	306	399	1222	996	344	281	1214	668	269	228
11	1877	936	370	443	1070	1090	427	289	870	731	402	271
1^h p.	1725	849	417	503	816	1032	465	369	565	633	491	388
3	1643	840	374	524	675	1018	509	474	426	549	522	558
5	1636	893	325	503	711	1024	438	490	394	535	432	653
7	1738	894	311	464	860	1008	395	434	500	527	335	630
9	1854	919	301	410	1086	1026	371	338	717	483	272	510
11	1858	907	352	422	1208	938	331	328	962	502	218	406
Mittel	1811	879	338	455	1068	987	381	362	895	570	308	413

	Herbst				Jahr			
	NE	SE	SW	NW	NE	SE	SW	NW
1^h a.	1416	836	458	322	5713	3114	1325	1484
3	1456	815	506	340	5913	3077	1373	1542
5	1417	871	513	345	5895	3198	1328	1441
7	1406	943	505	317	5908	3392	1304	1299
9	1360	962	514	271	5709	3533	1433	1178
11	1205	1000	588	312	5022	3756	1787	1314
1^h p.	1045	950	554	356	4151	3463	1927	1615
3	940	930	502	419	3683	3336	1907	1974
5	962	893	419	444	3702	3345	1614	2090
7	1100	926	397	395	4197	3354	1437	1923
9	1246	892	453	342	4903	3320	1396	1599
11	1319	845	469	337	5346	3191	1370	1492
Mittel	1239	905	490	350	5012	3340	1517	1579

Da diese resultierenden Windwege auf ganze Zahlen abgerundet wurden, so ergeben die Summen aus den vier Jahreszeiten kleine Differenzen mit den mitgeteilten Jahreswerten, die direkt aus der Tabelle X abgeleitet wurden, Differenzen, die aber eine Einheit nicht überschreiten.

Für diese mittleren Windwege der vier Hauptrichtungen wurden nun Sinusreihen berechnet. Die Konstanten, wie die resultierenden Gleichungen sind nachfolgende:

Winter

NE $\ldots y = 1811 + 110 \sin(36^\circ\ 0' + x.30^\circ) + 73 \sin(189^\circ\ 46' + x.60^\circ) + 14 \sin(333^\circ\ 4' + x.90^\circ)$,

SE $\ldots y = 879 + 14 \sin(240^\circ\ 37' + x.30^\circ) + 44 \sin(212^\circ\ 15' + x.60^\circ) + 2 \sin(25^\circ\ 1' + x.90^\circ)$,

SW $\ldots y = 338 + 18 \sin(251^\circ\ 4' + x.30^\circ) + 47 \sin(83^\circ\ 9' + x.60^\circ) + 9 \sin(296^\circ\ 18' + x.90^\circ)$,

NW $\ldots y = 455 + 30 \sin(236^\circ\ 35' + x.30^\circ) + 42 \sin(20^\circ\ 1' + x.60^\circ) + 5 \sin(255^\circ\ 58' + x.90^\circ)$,

wobei

$a_1 = 64{\cdot}5,\ a_2 = -12{\cdot}4,\ a_3 = -6{\cdot}2$
$b_1 = 88{\cdot}8\ \ b_2 = -72{\cdot}0\ \ b_3 = 12{\cdot}2$
$a_1 = -11{\cdot}9,\ a_2 = -23{\cdot}6,\ a_3 = 0{\cdot}7$
$b_1 = -6{\cdot}7\ \ b_2 = -37{\cdot}4\ \ b_3 = 1{\cdot}5$
$a_1 = -17{\cdot}2,\ a_2 = 46{\cdot}6,\ a_3 = -8{\cdot}5$
$b_1 = -5{\cdot}9\ \ b_2 = 5{\cdot}6\ \ b_3 = 4{\cdot}2$
$a_1 = -25{\cdot}0,\ a_2 = 14{\cdot}5,\ a_3 = -5{\cdot}2$
$b_1 = -16{\cdot}5\ \ b_2 = 39{\cdot}8\ \ b_3 = -1{\cdot}3$

Frühling

NE $\ldots y = 1068 + 313 \sin(45^\circ\ 28' + x.30^\circ) + 87 \sin(193^\circ\ 16' + x.60^\circ) + 10 \sin(331^\circ\ 4' + x.90^\circ)$,

SE $\ldots y = 987 + 66 \sin(246^\circ\ 11' + x.30^\circ) + 29 \sin(175^\circ\ 51' + x.60^\circ) + 16 \sin(6^\circ\ 16' + x.90^\circ)$,

SW $\ldots y = 381 + 83 \sin(240^\circ\ 50' + x.30^\circ) + 27 \sin(51^\circ\ 40' + x.60^\circ) + 8 \sin(255^\circ\ 58' + x.90^\circ)$,

NW $\ldots y = 362 + 72 \sin(196^\circ\ 33' + x.30^\circ) + 60 \sin(3^\circ\ 37' + x.60^\circ) + 17 \sin(88^\circ\ 20' + x.90^\circ)$,

$a_1 = 223{\cdot}2,\ a_2 = -19{\cdot}9,\ a_3 = -4{\cdot}7$
$b_1 = 219{\cdot}6\ \ b_2 = -84{\cdot}4\ \ b_3 = 8{\cdot}5$
$a_1 = -60{\cdot}5,\ a_2 = 2{\cdot}1,\ a_3 = 1{\cdot}7$
$b_1 = -26{\cdot}7\ \ b_2 = -29{\cdot}0\ \ b_3 = 15{\cdot}5$
$a_1 = -72{\cdot}2,\ a_2 = 21{\cdot}5,\ a_3 = -8{\cdot}0$
$b_1 = -40{\cdot}3\ \ b_2 = 17{\cdot}0\ \ b_3 = -2{\cdot}0$
$a_1 = -20{\cdot}6,\ a_2 = 3{\cdot}8,\ a_3 = 17{\cdot}2$
$b_1 = -69{\cdot}3\ \ b_2 = 60{\cdot}2\ \ b_3 = 0{\cdot}5$

Sommer

NE $\ldots y = 895 + 487 \sin(34^\circ\ 30' + x.30^\circ) + 52 \sin(196^\circ\ 59' + x.60^\circ) + 36 \sin(96^\circ\ 57' + x.90^\circ)$,

SE $\ldots y = 570 + 93 \sin(311^\circ\ 48' + x.30^\circ) + 29 \sin(166^\circ\ 33' + x.60^\circ) + 24 \sin(7^\circ\ 13' + x.90^\circ)$,

SW $\ldots y = 308 + 162 \sin(243^\circ\ 30' + x.30^\circ) + 46 \sin(59^\circ\ 40' + x.60^\circ) + 9 \sin(257^\circ\ 3' + x.90^\circ)$,

NW $\ldots y = 413 + 178 \sin(185^\circ\ 10' + x.30^\circ) + 77 \sin(335^\circ\ 16' + x.60^\circ) + 9 \sin(34^\circ\ 25' + x.90^\circ)$,

$a_1 = 276{\cdot}1,\ a_2 = -15{\cdot}3,\ a_3 = 35{\cdot}3$
$b_1 = 401{\cdot}7\ \ b_2 = -50{\cdot}1\ \ b_3 = -4{\cdot}3$
$a_1 = -69{\cdot}1,\ a_2 = 6{\cdot}7,\ a_3 = 3{\cdot}0$
$b_1 = 61{\cdot}8\ \ b_2 = -28{\cdot}0\ \ b_3 = 23{\cdot}7$
$a_1 = -145{\cdot}2,\ a_2 = 40{\cdot}0,\ a_3 = -8{\cdot}7$
$b_1 = -72{\cdot}4\ \ b_2 = 23{\cdot}4\ \ b_3 = -2{\cdot}0$
$a_1 = -16{\cdot}0,\ a_2 = -32{\cdot}2,\ a_3 = 5{\cdot}0$
$b_1 = -177{\cdot}0\ \ b_2 = 69{\cdot}9\ \ b_3 = 7{\cdot}3$

Herbst

NE $\ldots y = 1239 + 246 \sin(47^\circ\ 24' + x.30^\circ) + 53 \sin(194^\circ\ 8' + x.60^\circ) + 17 \sin(17^\circ\ 21' + x.90^\circ)$,

SE $\ldots y = 905 + 67 \sin(281^\circ\ 18' + x.30^\circ) + 32 \sin(210^\circ\ 36' + x.60^\circ) + 5 \sin(315^\circ\ 46' + x.90^\circ)$,

SW $\ldots y = 490 + 59 \sin(329^\circ\ 25' + x.30^\circ) + 34 \sin(110^\circ\ 36' + x.60^\circ) + 22 \sin(276^\circ\ 38' + x.90^\circ)$,

NW $\ldots y = 350 + 49 \sin(198^\circ\ 48' + x.30^\circ) + 42 \sin(352^\circ\ 59' + x.60^\circ) + 4 \sin(193^\circ\ 24' + x.90^\circ)$,

$a_1 = 181{\cdot}2,\ a_2 = -12{\cdot}9,\ a_3 = 5{\cdot}0$
$b_1 = 166{\cdot}6\ \ b_2 = -51{\cdot}2\ \ b_3 = 16{\cdot}0$
$a_1 = -65{\cdot}6,\ a_2 = -16{\cdot}2,\ a_3 = -3{\cdot}7$
$b_1 = 13{\cdot}1\ \ b_2 = -27{\cdot}4\ \ b_3 = 3{\cdot}8$
$a_1 = -29{\cdot}9,\ a_2 = 32{\cdot}2,\ a_3 = -21{\cdot}5$
$b_1 = 50{\cdot}6\ \ b_2 = -12{\cdot}1\ \ b_3 = 2{\cdot}5$
$a_1 = -15{\cdot}7,\ a_2 = -5{\cdot}1,\ a_3 = -1{\cdot}0$
$b_1 = -46{\cdot}1\ \ b_2 = 41{\cdot}4\ \ b_3 = -4{\cdot}2$

Jahr

NE $\ldots y = 5012 + 1150 \sin(40^\circ\ 20' + x.30^\circ) + 265 \sin(193^\circ\ 13' + x.60^\circ) + 44 \sin(41^\circ\ 56' + x.90^\circ)$,

SE $\ldots y = 3340 + 211 \sin(281^\circ\ 18' + x.30^\circ) + 126 \sin(194^\circ\ 22' + x.60^\circ) + 45 \sin(2^\circ\ 18' + x.90^\circ)$,

SW $\ldots y = 1517 + 273 \sin(255^\circ\ 36' + x.30^\circ) + 145 \sin(76^\circ\ 23' + x.60^\circ) + 47 \sin(273^\circ\ 19' + x.90^\circ)$,

NW $\ldots y = 1579 + 319 \sin(194^\circ\ 4' + x{\cdot}30^\circ) + 212 \sin(354^\circ\ 47' + x.60^\circ) + 16 \sin(81^\circ\ 55' + x.90^\circ)$,

$a_1 = 744{\cdot}6,\ a_2 = -60{\cdot}6,\ a_3 = 29{\cdot}2$
$b_1 = 876{\cdot}9\ \ b_2 = -257{\cdot}9\ \ b_3 = 32{\cdot}5$
$a_1 = -207{\cdot}1,\ a_2 = -31{\cdot}2,\ a_3 = 1{\cdot}8$
$b_1 = 41{\cdot}4\ \ b_2 = -121{\cdot}8\ \ b_3 = 44{\cdot}7$
$a_1 = -264{\cdot}5,\ a_2 = 140{\cdot}7,\ a_3 = -46{\cdot}5$
$b_1 = -67{\cdot}9\ \ b_2 = 34{\cdot}1\ \ b_3 = 2{\cdot}7$
$a_1 = -77{\cdot}5,\ a_2 = -19{\cdot}3,\ a_3 = 16{\cdot}2$
$b_1 = -309{\cdot}3\ \ b_2 = 211{\cdot}3\ \ b_3 = 2{\cdot}3$

Hierbei ist $x = 0$ für 1^h, $x = 1$ für 3^h . . . zu setzen.

Die erhaltenen mittleren Windwege, in Kilometern pro Stunde, wie der tägliche Gang sind in den nachfolgenden Tabellen 7 bis 11 mitgeteilt.

Tabelle 7.

Berechneter täglicher Gang der vier Windkomponenten — Winter.

	Windwege				Täglicher Gang			
	NE	SE	SW	NW	NE	SE	SW	NW
1^h a.	1858	844	**360**	439	47	— 35	**22**	— 16
3	1855*	823*	352	**465**	44*	— 56*	14	**10**
5	1870	845	313	460	59	— 34	— 25	5
7	1900	894	281*	425	89	15	— 57*	— 30
9	**1919**	**924**	305	407*	**108**	**45**	— 33	— 48*
11	1867	909	373	440	56	30	35	— 15
1^h p.	1740	866	**410**	499	— 71	— 13	**72**	44
3	1629*	847*	380	**527**	— 182*	— 32*	42	**72**
5	1640	871	325	504	— 171	— 8	— 13	49
7	1746	912	301*	457	— 65	33	— 37*	2
9	1841	**922**	315	421	30	**43**	— 23	— 34
11	**1867**	891	341	416*	**56**	12	3	— 39*
Mittel	1811	879	338	455	82	30	31	30

Tabelle 8.

Berechneter täglicher Gang der vier Windkomponenten — Frühling.

	Windwege				Täglicher Gang			
	NE	SE	SW	NW	NE	SE	SW	NW
1^h a.	1266	931	321*	362	198	— 56	— 60*	0
3	1297	913	321	**365**	229	— 74	— 60	**3**
5	**1312**	906*	**322**	325	**244**	— 81*	— **59**	— 37
7	1299	942	321*	288	231	— 45	— 60*	— 74
9	1225	1020	349	275*	157	33	— 32	— 87*
11	1056	**1068**	418	296	— 12	**81**	37	— 66
1^h p.	830	1047	483	370	— 238	60	102	8
3	673*	1013*	**491**	467	— 395*	26*	**110**	105
5	698	1016	448	**499**	— 370	29	67	**137**
7	877	**1028**	399	428	— 191	**41**	18	66
9	1077	1002	363	341	9	15	— 18	— 21
11	1206	958	336	328*	138	— 29	— 45	— 34*
Mittel	1068	987	381	362	201	48	56	53

Tabelle 9.

Berechneter täglicher Gang der vier Windkomponenten — Sommer.

	Windwege				Täglicher Gang			
	NE	SE	SW	NW	NE	SE	SW	NW
1h a.	1192	511	194	370	297	— 59	— 114	— 43
3	1280	544	184	362	385	— 26	— 124	— 51
5	1310	558	182*	323	415	— 12	— 126*	— 90
7	**1315**	601	198	261	**420**	31	— 110	— 152
9	1192	682	269	227*	297	112	— 39	— 186*
11	888	**713**	395	268	— 7	**143**	87	— 145
1h p.	568	643	502	392	— 327	73	194	— 21
3	408*	554	**512**	554	— 487*	— 16	**204**	141
5	410	526	434	**657**	— 485	— 44	126	**244**
7	505	525	338	629	— 390	— 45	30	216
9	700	500	267	509	— 195	— 70	— 41	96
11	972	483*	221	404	77	— 87*	— 87	— 9
Mittel	895	570	308	413	315	60	107	116

Tabelle 10.

Berechneter täglicher Gang der vier Windkomponenten — Herbst.

	Windwege				Täglicher Gang			
	NE	SE	SW	NW	NE	SE	SW	NW
1h a.	1412	820*	470	328	173	— 85*	— 20	— 22
3	**1444**	827	498	**343**	**205**	— 78	8	— **7**
5	1431	870	**515**	342	192	— 35	**25**	— 8
7	1403	930	506*	313	164	25	16*	— 37
9	1349	978	521	283*	110	73	31	— 67*
11	1219	**989**	570	297	— 20	**84**	80	— 53
1h p.	1040	958	**574**	362	— 199	53	**84**	12
3	932*	919	494	425	— 307*	14	4	75
5	971	908*	413	**436**	— 268	3*	— 77	**86**
7	1101	**912**	410*	397	— 138	**7**	— 80*	47
9	1231	896	447	349	— 8	— 9	— 43	— 1
11	1335	853	462	325*	96	— 52	— 28	— 25*
Mittel	1239	905	490	350	157	43	41	37

Tabelle 11.

Berechneter täglicher Gang der vier Windkomponenten — Jahr.

	Windwege				Täglicher Gang			
	NE	SE	SW	NW	NE	SE	SW	NW
1h a.	5724	3104*	1346*	1498	712	— 236*	— 171*	— 81
3	5874	3105	**1357**	**1532**	862	— 235	— **160**	— **47**
5	**5921**	3180	1332	1449	**909**	— 160	— 185	— 130
7	5917	3367	1305*	1287	905	27	— 212*	— 292
9	5682	3602	1443	1193*	670	262	— 74	— 386*
11	5032	**3675**	1756	1300	20	**335**	239	— 279
1h p.	4178	3514	**1970**	1622	— 834	174	**453**	43
3	3642*	3333	1877	1972	—1370*	— 7	360	393
5	3717	3320*	1620	**2095**	—1295	— 20*	103	**516**
7	4229	**3375**	1447	1909	— 783	**35**	— 70	330
9	4850	3320	1391	1619	— 162	— 20	— 126	40
11	5378	3185	1360	1472*	366	— 155	— 157	— 107*
Mittel	5012	3340	1517	1579	741	139	193	220

Hiezu wäre zu bemerken, daß die Sinusreihen für die Jahresergebnisse aus den Jahressummen der unausgeglichenen Werte berechnet wurden. Es ergeben sich demnach kleinere Differenzen in den Einheiten zwischen den darnach berechneten Jahreswerten und der direkten Summe der für die einzelnen Jahreszeiten resultierenden Windwege.

Sämtliche berechnete Reihen ergeben recht regelmäßige Gangkurven. In der Jahressumme zeigt die NE-Komponente eine einfache Periode, während bei den übrigen drei Komponenten eine doppelte Schwankung ersichtlich wird. Auf ganze Stunden abgerundet, ergeben sich nachfolgende Eintrittszeiten für die Extreme, wobei die Eintrittszeiten für die Hauptmaxima und Minima hervorgehoben erscheinen.

Eintrittszeiten der Maxima und Minima der Windwege.

	Maxima	Minima	Maxima	Minima
NE	**6**h a.	**4**h p.	—	—
SE	**10** a.	4 p.	7h p.	**2**h a.
SW	**1** p.	12 n.	3 a.	**6** a.
NW	**4** p.	11 p.	3 a.	**9** a.

Die tägliche Gangkurve der NE-Komponente erhebt sich gegen 10^h abends über den Mittelwert, erreicht die größten Werte nachts und in der Früh und sinkt erst um 11^h vormittags unter den Mittelwert. Die größten Werte für die SE-Komponente sind vormittags zu bemerken, die Gangkurve liegt über dem Mittelwert von 7^h früh bis 3^h nachmittags, für die SW-Komponente um und nach Mittag, mit den positiven Ordinaten von 10^h vormittags bis 6^h nachmittags und für die NW-Komponente am Nachmittag, mit positiven Ordinaten von 1^h nachmittags bis nach 9^h abends.

Die Eintrittszeiten der Hauptmaxima verlegen sich ganz regelmäßig von 6^h früh auf 10^h vormittags, 1^h und 4^h nachmittags.

Die größte Stärke zeigt natürlich die NE-Komponente, sodann folgen die SE-, NW- und SW-Komponente, im beiläufigen Verhältnis wie 33 : 22 : 11 : 10.

Die größte tägliche periodische Schwankung zeigt die NE-Komponente, dann die NW- und SW-Komponente, während beim SE die kleinste tägliche Schwankung zu bemerken ist. Die Amplitude beim NE ist viermal so groß als beim SE, die mittlere Ordinate der täglichen Gangkurve mehr als fünfmal.

	NE	SE	SW	NW
Amplitude	2279	571	665	902
Mitttlere Ordinate der täglichen Gangkurve	741	139	193	220

Bei den einzelnen Jahreszeiten ist vorerst hervorzuheben, daß im Winter bei allen vier Windkomponenten eine doppelte Schwankung resultiert, während im Sommer nur eine einfache Periode ersichtlich ist. Die Doppelschwankung ist im Sommer nur bei der SE- und NW-Komponente noch durch einen langsameren Abfall der Kurve zwischen 5 und 7^h nachmittags, beziehungsweise 1 und 3^h früh bemerkbar.

Die Eintrittszeiten für die Extreme sind nachfolgende:

	Winter				Frühling			
	Maxima	Minima	Maxima	Minima	Maxima	Minima	Maxima	Minima
NE	**9^h** a.	**4^h** p.	11^h p.	2^h a.	**6^h** a.	**4^h** p.	—	—
SE	**10** a.	3 p.	9 p.	**3** a.	**11** a.	4 p.	7^h p.	**5^h** a.
SW	**1** p.	7 p.	1 a.	**7** a.	**2** p.	2 a.	4 a.	**6** a.
NW	**3** p.	10 p.	4 a.	**8** a.	**4** p.	10 p.	2 a.	**9** a.

	Sommer				Herbst			
	Maxima	Minima	Maxima	Minima	Maxima	Minima	Maxima	Minima
NE	**6^h** a.	**4^h** p.	—	—	**3^h** a.	**3^h** p.	—	—
SE	**10** a.	**11** p.	—	—	**10** a.	5 p.	7^h p.	**2^h** a.
SW	**2** p.	**4** a.	—	—	**12** m.	**6** p.	5 a.	7 a.
NW	**6** p.	**9** a.	—	—	**4** p.	12 n.	4 a.	**9** a.

In allen vier Jahreszeiten drehen sich die Eintrittszeiten für die Hauptmaxima der vier Windkomponenten mit der Sonne.

Bei der NE-Komponente sind zu allen Jahreszeiten die größten Windwege während der Nacht- und Vormittagsstunden zu entnehmen. Positive Ordinaten sind im Winter durch 15 Stunden zu bemerken, von 9^h p. bis 12^h m., im Sommer durch 12 Stunden. Hier erheben sich die Stundenwerte über das Tagesmittel von 11^h nachts bis 11^h vormittags. Dementsprechend sind auch die positiven Ordinaten im Winter kleiner als die negativen, 108 gegen — 182.

Die SE-Komponente zeigt die größeren Werte im Winter vormittags von 7^h bis 12^h und abends von 6^h bis 11^h. Im Frühling und Herbst werden die größten Windwege tagsüber zurückgelegt von 8^h a. bis 9^h p., beziehungsweise 7^h a. bis 8^h p., während im Sommer diese SE-Komponente Windwege über den

Mittelwert von 6^h a. bis 2^h p. zeigt. In dieser Jahreszeit sind positive Ordinaten nur durch neun Stunden zu bemerken, mithin sind die positiven Abweichungen vom Mittel größer als die negativen, 143 gegen — 87.

Bei den SW-Winden werden die Windwege erst in den letzten Vormittagsstunden größer; im Winter erheben sie sich über den Mittelwert von 10^h a. bis 4^h p. und nachts von 11^h p. bis 3^h a., im Frühling und Sommer von 10^h a. bis 7^h p., während im Herbste positive Ordinate von 3^h früh bis 3^h nachmittags zu entnehmen sind.

Die NW-Winde erreichen ihre größte Intensität nachmittags, im Winter von Mittag bis 7^h abends und ein sekundäres Ansteigen von 2^hbis 5^h früh; im Frühling und Herbst nachmittags von 1^h bis 8^h mit einem sekundären Maximum im Frühling von 1^h bis 3^h früh. Im Sommer werden die größeren Windwege erst später erreicht, von 2^h bis 10^h abends.

Was nun die Intensität anbelangt, so ist der NE in allen Jahreszeiten allen anderen Komponenten überlegen, an Stärke folgt ebenfalls zu allen Jahreszeiten der SE. Im Winter und Sommer zeigt die SW-Komponente die kleinste Intensität, im Frühling und Herbst hingegen die NW-Komponente.

	Intensität			
	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
NE	**1811**	1068	895*	1239
SE	879	**987**	570*	905
SW	338	381	308*	**490**
NW	**455**	362	413	350*

Die NE-Komponente zeigt die größte Stärke im Winter, die kleinste im Sommer. SE und SW erreichen die größte Intensität im Frühling und Herbst, die kleinste im Sommer, der SE am stärksten im Frühling, der SW hingegen im Herbste. Die NW-Komponente zeigt ihre Hauptstärke im Winter, die Intensität sinkt im Frühling, steigt wieder im Sommer an und fällt im Herbste auf den kleinsten Wert.

Die Größe der täglichen Schwankung ist durch die nachfolgenden zwei Zusammenstellungen ersichtlich.

	Amplitude				Mittlere Ordinate			
	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
NE	290*	639	**907**	512	82*	201	**315**	157
SE	101*	162	**230**	169	30*	48	**60**	43
SW	129*	170	**330**	164	31*	56	**107**	41
NW	120*	224	**430**	153	30*	53	**116**	37

In allen vier Jahreszeiten zeigt die NE-Komponente die größte tägliche Schwankung, die SE-Komponente hingegen die kleinste, mit Ausnahme des Herbstes, wo die kleinste Schwankung bei der NW-Komponente zu entnehmen ist. Das Verhältnis zwischen der größten und kleinsten mittleren Ordinate beträgt im Winter 2·7, im Frühling 4·2, im Sommer 5·3 und im Herbst 4·3. Im Winter ist demnach die tägliche Schwankung beim NE beiläufig dreimal so groß, im Sommer hingegen mehr als fünfmal größer als beim SE.

Alle Windkomponenten zeigen im Sommer die größte tägliche Schwankung, im Winter die kleinste. Die mittlere Ordinate der täglichen Periode ist beim NE und NW im Sommer fast viermal so groß als im Winter, beim SW etwas mehr als das dreifache und beim SE im Sommer doppelt so groß als im Winter·

Aus den berechneten Windwegen der vier Hauptwindrichtungen sollen nunmehr die Größe und Lage der mittleren Windrichtung bestimmt werden, zu welchem Zwecke vorerst die vier Komponenten NE, SE, SW und NW auf die zwei Komponenten NE und SE reduziert wurden. Die erhaltenen Werte sind folgende, Tabelle 12:

Tabelle 12.

Hauptkomponenten der Windwege.

	Winter		Frühling		Sommer		Herbst		Jahr	
	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE
1^h a.	1498*	405	945	569	998	141	942	492	4378	1606
3	1503	358*	976	548*	1096	182	**946**	484*	4517	1573*
5	1557	385	**990**	581	**1128**	235	916	528	4589	1731
7	**1619**	469	978	654	1117	340	897	617	**4612**	2080
9	1614	**517**	876	745	923	**455**	828	**695**	4239	**2409**
11	1494	469	638	**772**	493	445	649	692	3276	2375
1^h p.	1330	367	347	677	66	251	466	596	2208	1892
3	1249*	320*	182*	546	— 104*	0	438*	494	1765*	1361
5	1315	367	250	517*	— 24	— 131*	558	472*	2097	1225*
7	1445	455	478	600	167	— 104	691	515	2782	1466
9	1526	**501**	714	**661**	433	— 9	784	**547**	3459	1701
11	**1526**	475	870	630	751	79	873	528	4018	**1713**
Mittel	1473	424	687	625	587	157	749	555	3495	1761

Die NE-Hauptkomponente zeigt im allgemeinen eine einfache tägliche Periode mit dem Maximum zwischen 3^h und 7^h morgens, dem Minimum um 3^h nachmittags. Nur im Winter ist eine doppelte tägliche Schwankung zu bemerken mit sekundären Extremen um 11^h und 1^h nachts. Bei der SE-Hauptkomponente ist hingegen mit Ausnahme des Sommers die doppelte tägliche Periode ähnlich dem täglichen Gange des Luftdruckes die charakteristische, mit dem Hauptmaximum um 9^h und 11^h vormittags, dem Hauptminimum um 3^h und 5^h nachmittags. Das sekundäre Maximum fällt von 9^h bis 11^h abends, das sekundäre Minimum um 3^h früh. Im Sommer findet nur eine einfache Schwankung statt, das Maximum um 9^h a., das Minimum um 5^h p.

Diese beiden Hauptkomponenten geben nun nach dem bekannten Vorgange

$$R = \sqrt{\mathrm{NE}^2 + \mathrm{SE}^2} \text{ und } \operatorname{tg} \varphi = \frac{\mathrm{NE}}{\mathrm{SE}}$$

die in der Tabelle 13 mitgeteilte Größe und Richtung der Resultanten.

Tabelle 13.

Tägliche Schwankung der mittleren Windrichtung.

	Azimut, NE über SE					Resultante				
	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
1^h a.	15°	31°	8°	28°	20°	1552	1103	1008	1063	4663
3	13	29	9	27	19	1545	1119	1111	1063	4783
5	14	30	12	30	21	1604	1148	1152	1057	4905
7	16	34	17	35	24	1686	**1177**	**1168**	**1089**	**5059**
9	18	40	26	40	30	**1695**	1150	1029	1081	4876
11	17	50	42	47	36	1566	1002	664	949	4046
1^h p.	15	63	75	52	41	1380	761	260	757	2908
3	14	72	180	48	38	1289*	576	104*	660*	2229*
5	16	64	260	40	30	1365	574*	133	731	2429
7	17	51	328	37	28	1515	767	197	862	3145
9	18	43	359	35	26	1606	973	433	956	3855
11	17	36	6	31	23	1598	1074	755	1020	4368
Mittel	16	42	15	37	27	1533	929	608	932	3914

Betrachten wir die Größe der Resultanten, so ersehen wir, daß die mittlere Windrichtung den größten Wert im Winter erreicht, den kleinsten im Sommer. Im Laufe des Tages zeigt sich in allen vier Jahreszeiten der größte Windweg vormittags um 7^h und 9^h, der kleinste Windweg nachmittags um 3^h und 5^h. Diese einfache tägliche Periode ist im Sommer am ausgeprägtesten, im Winter am schwächsten, da sich die tägliche Amplitude mit nachfolgenden Größen ergibt:

Winter	Frühling	Sommer	Herbst
406	603	1064	429

Aus den berechneten Azimuten ersieht man, daß diese mittlere Windrichtung im Winter mit NE 16° SE resultiert, im Sommer mit dem fast gleichen Azimut, NE 15° SE. Im Herbste liegt die mittlere Windrichtung bei NE 37° SE und im Frühling bei NE 42° SE. Betrachten wir jedoch die Azimute in den einzelnen Stunden, so ersehen wir ein grundverschiedenes Verhalten zwischen Winter und Sommer. Im Winter dreht sich im Laufe des Tages die mittlere Windrichtung von NE 13° SE bis zu NE 18° SE, mithin nur um 5°. Im Herbst beträgt die Schwankung 25°, von NE 27° SE bis NE 52° SE, im Frühling schon 43°, von NE 29° SE bis NE 72° SE, während im Sommer eine vollständige Rotation des Windes im Laufe des Tages stattfindet. Im Winter dreht sich die mittlere Windrichtung von 3^h morgens bis 9^h vormittags nach rechts, und zwar die Azimute stets von NE aus gegen SE gerechnet, von 13° bis 18°. Von 9^h an dreht sich der Wind über die Mittagszeit bis 3^h nachmittags wieder nach links zurück, von 18° auf 14°, zeigt dann wieder bis 9^h abends die Rechtsdrehung, von 14° auf 18°, um über Nacht von 9^h bis 3^h früh von 18° auf das Azimut von 13° zurückzudrehen. Diese Doppelschwankung ist nur im Winter zu entnehmen, im Herbst und Frühling dreht sich die mittlere Windrichtung vormittags nach rechts, nachmittags nach links, und zwar ist die Drehung im Sinne der Uhrzeigerbewegung im Herbst von 3^h früh bis 1^h nachmittags, im Frühling von 3^h früh bis 3^h nachmittags zu beobachten. Im Sommer ist hingegen durch alle 24 Stunden des Tages eine Drehung mit der Sonne zu bemerken; die durchstrichenen Winkelflächen werden in den ersten Stunden nach Mittag am größten.

Zu bemerkenswerten Ergebnissen gelangen wir, wenn für die einzelnen Stunden die vorherrschende Windrichtung eliminiert wird und demnach die Windrichtung und Stärke berechnet werden, welche für die betreffenden Stunden resultieren würden, wenn die vorherrschende Windrichtung nicht vorhanden wäre.

In den zwei Hauptwindrichtungen ergeben sich nachfolgende Werte (Tabelle 14):

Tabelle 14.

Hauptkomponenten der Windwege nach Ausscheidung der vorherrschenden Windrichtung.

	Winter		Frühling		Sommer		Herbst		Jahr	
	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE
1^h a.	25*	— 19	258	— 56	411	— 16	193	— 63	883	— 155
3	30	— 66*	289	— 77*	509	25	**197**	— 71*	1022	— 188*
5	84	— 39	**303**	— 44	**541**	78	167	— 27	1094	— 30
7	**146**	45	291	29	530	183	148	62	**1117**	319
9	141	**93**	189	120	336	**298**	79	**140**	744	**648**
11	21	45	— 49	**147**	— 94	288	— 100	137	— 219	614
1^h p.	— 143	— 57	— 340	52	— 521	94	— 283	41	—1287	131
3	— 224*	— 104*	— 505*	— 79	— 691*	— 157	— 311*	— 61	—1730*	— 400
5	— 158	— 57	— 437	— 108*	— 611	— 288*	— 191	— 83*	—1398	— 536*
7	— 28	31	— 209	— 25	— 420	— 261	— 58	— 40	— 713	— 295
9	53	**77**	27	**36**	— 154	— 166	35	— **8**	— 36	— 60
11	**53**	51	183	5	164	— 78	124	— 27	523	— **48**

Aus diesen Differenzen lassen sich die in Tabelle 15 mitgeteilten Größen für die Resultanten und die Azimute berechnen, aus welchen Werten die in Fig. 1 bis 5 dargestellten Winddrehungen bestimmt wurden. Zu diesen Vektorendiagrammen soll vorerst bemerkt werden, daß der Maßstab so gewählt erscheint, daß in den vier Jahreszeiten 1 *mm* = 10 *km* Windweg entspricht, während in der Kurve für das Jahresergebnis 1 *mm* = 40 *km* Windweg entspricht.

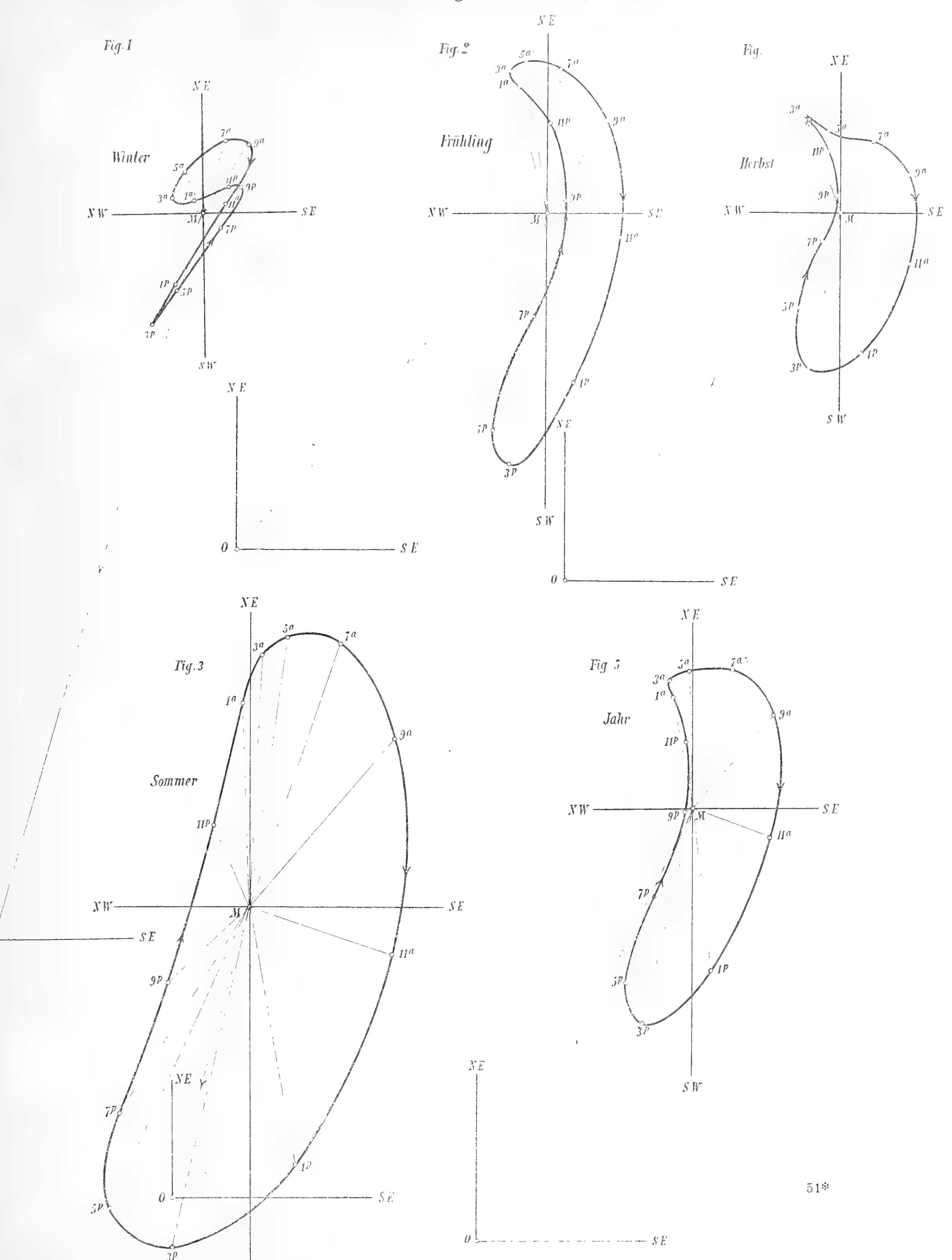


Fig. 1
Winter
Fig. 2
Frühling
Fig.
Herbst
Fig. 3
Sommer
Fig. 5
Jahr
NE
NW
SE
SW
M

Tabelle 15.

Täglicher Gang der Windkomponente nach Ausscheidung der vorherrschenden Windrichtung.

	Azimut, NE über SE					Resultante				
	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
1h a.	323°	348°	358°	342°	350°	31*	264	411	203	895
3	294	345	3	340	350	73	299	510	**209**	1039
5	335	352	8	351	358	93	**306**	547	169	1094
7	17	6	19	23	16	153	292	**561**	160*	**1162**
9	33	32	42	61	41	**169**	224	449	161	987
11	65	108	108	126	110	50*	155*	303*	170	652*
1h p.	202	171	170	172	174	154	344	529	286	1294
3	205	189	193	191	193	**247**	**511**	**709**	**317**	**1776**
5	200	194	205	203	201	168	450	675	208	1497
7	132	187	212	215	202	42	210	494	70	772
9	55	53	227	347	239	93	45*	226	36*	70*
11	44	2	335	348	355	74	183	182*	127	525
Mittel	—	—	—	—	—	112	274	466	176	980

In diesen Figuren erscheint die mittlere Windrichtung durch *MO* dargestellt, die mittlere Windrichtung in den einzelnen Stunden kann durch die Verbindungsgerade die von der betreffenden Stunde zu *O* gelegt wird, ersichtlich gemacht werden und die von der mittleren Windrichtung unabhängige Komponente der einzelnen Tagesstunden ist die Gerade von der entsprechenden Stunde zum Punkte *M*.

Werden in diesen Figuren die einzelnen Stunden mit *O* verbunden (die Geraden wurden in den Figuren weggelassen, um die Zeichnung nicht undeutlich zu machen), so können die bereits besprochenen Schwankungen der mittleren Windrichtung im Verlaufe eines Tages verfolgt werden.

Die resultierenden Windkomponenten der einzelnen Stunden (in den Figuren durch die Radienvektoren $1M$, $3M$.. dargestellt), deren Größe und Lage auch aus der Tabelle 15 zu entnehmen sind, ergeben für den Sommer eine kontinuierliche Rechtsdrehung, welche durch die äußerst-regelmäßige Kurve der Fig. 3 ersichtlich gemacht ist. Die Komponente durchläuft der Reihe nach alle Richtungen der Windrose, ein Ergebnis, welches mit dem von Angot[1] für die Sommermonate aus den Beobachtungen am Eiffelturm abgeleiteten übereinstimmt.

Im Winter dreht sich diese von der mittleren Windrichtung befreite Windkomponente von 3^h morgens bis 3^h nachmittags mit der Sonne, also im Sinne der Uhrzeigerbewegung, von 3^h nachmittags bis 3^h früh hingegen im entgegengesetzten Sinne. Es resultiert mithin für die Drehungskurve die geschlungene Form der Fig. 1.

Im Frühling findet die Winddrehung nacht rechts von 3^h früh bis 5^h nachmittags statt, von hier aus dreht der Wind in den Abend- und Nachtstunden bis 3^h a. nach links. Für den Herbst hält die Rechtsdrehung von 3^h früh tagsüber bis 11^h nachts an; in den Nachtstunden von 11^h p. bis 3^h a. dreht der Wind nach links. Dasselbe Ergebnis findet sich im Jahresdurchschnitte. Die Figuren 2, 4 und 5 zeigen daher auch eine gewisse Ähnlichkeit. Diese retrograde Bewegung findet auch Hann[2] bei der täglichen Drehung der Windrichtung auf Berggipfeln zwischen 2 bis 4 *km* Seehöhe.

[1] Annales du Bureau central météor. de France, Année 1897, I. Mém., p. *B* 171 u. ff., und Comptes rendus de l'Acad. des sciences, Paris, 1897, F. 124, p. 1020 u. f.

[2] Sitzungsber. d. Wiener Akad., mathem.-naturw. Kl., Bd. CXI, Abt. II*a*, 1902, und Meteorolog. Zeitschr., Wien, Oktober 1903, p. 433 u. ff.

Zur leichteren Vergleichbarkeit mit Ergebnissen anderer Stationen, bei welchen als Hauptrichtungen N, E, S und W angenommen erscheinen, sind die hier mitgeteilten Azimute nur um 45° zu erhöhen. Die Lage und Größe der Windkomponente zu anderen als den hier angegebenen Stunden lassen sich aus den Vektorendiagrammen mit ziemlicher Genauigkeit ohneweiters entnehmen.

Zur einfacheren Übersicht über die jeweilige Lage der Windkomponente und ihrer Drehung sind in der nachfolgenden Tabelle an Stelle des Azimutes die nächstliegende der 16 Windrichtungen angegeben.

Tägliche Drehung nach Ausscheidung der vorherrschenden Windrichtung.

Beiläufige Windrichtung.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
1^h a.	N	NNE	NE	NNE	NE
3	NNW	NNE	NE	NNE	NE
5	NNE	NE	NE	NE	NE
7	ENE	NE	ENE	ENE	ENE
9	ENE	ENE	E	ESE	E
11	ESE	SSE	SSE	S	SSE
1^h p.	WSW	SW	SW	SW	SW
3	WSW	SW	WSW	SW	WSW
5	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW
7	S	SW	WSW	W	WSW
9	ESE	E	W	NNE	WNW
11	E	NE	NNE	NNE	NE

Was nun die Größe der resultierenden Windkomponente anbelangt, so ist dieselbe im Sommer am größten, im Winter am kleinsten, also umgekehrt dem früher gefundenen Verhalten bei der mittleren Windrichtung.

Durchschnittliche Größe der Resultanten.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
Mittlere Windrichtung	**1533**	929	608*	932
Nach Eliminierung der vorherrschenden Windrichtung (Mittelwert)	112*	274	**466**	176

Die mittlere Windrichtung ist demnach durchschnittlich im Winter 13·7 mal stärker als die nach Ausscheidung der vorherrschenden Windrichtung resultierenden Winde, im Sommer bloß 1·3 mal.

Bemerkenswert ist, daß in allen vier Jahreszeiten für diese stündlichen Windkomponenten eine doppelte Periode resultiert. Die Stärke wächst in den ersten Morgenstunden, nimmt vormittags ab, steigt in den ersten Nachmittagsstunden zu den größten Werten an (Maximum um 3^h p.), um in den Nachtstunden den kleinsten Betrag zu erreichen. Im Winter sind abends noch sekundäre Extreme zu bemerken. Wollen wir diese tägliche Periode für den Sommer und Winter durch Sinusreihen ausdrücken, so erhalten wir nachfolgende Gleichungen:

Winter:

$$y = 112 + 55 \sin(272^\circ 18' + x.30^\circ) + 29 \sin(343^\circ 33' + x.60^\circ) + 52 \sin(174^\circ 47' + x.90^\circ),$$

mit

$$a_1 = -54 \cdot 7, \quad a_2 = -8 \cdot 3, \quad a_3 = 4 \cdot 7,$$
$$b_1 = 2 \cdot 2, \quad b_2 = 28 \cdot 1, \quad b_3 = -51 \cdot 5.$$

Sommer:

$$y = 466 + 97 \sin(280^\circ 57' + x.30^\circ) + 188 \sin(349^\circ 11' + x.60^\circ) + 46 \sin(121^\circ 57' + x.90^\circ),$$

mit

$$a_1 = -95 \cdot 1, \quad a_2 = -35 \cdot 3, \quad a_3 = 38 \cdot 8,$$
$$b_1 = 18 \cdot 4, \quad b_2 = 184 \cdot 9, \quad b_3 = -24 \cdot 2,$$

wobei $x = 0$ für 1^h a. zu setzen ist.

Aus diesen Gleichungen ersieht man, daß die Amplitude der Doppelschwankung im Sommer größer ist als die Amplitude des ersten und dritten Gliedes, während im Winter die Amplitude des dritten Gliedes fast so groß wird als die der einfachen täglichen Schwankung. Die Phasenzeiten bei der einfachen wie bei der doppelten Schwankung sind im Winter fast ganz übereinstimmend mit denen des Sommers.

Die darnach berechneten Werte ergeben folgenden täglichen Gang:

Berechneter täglicher Gang der Windkomponente

nach Ausscheidung der vorherrschenden Windrichtung.

	Winter	Sommer	Winter	Sommer
1^h a.	54	375	— 58	— 91
3	33*	511	— 79*	45
5	109	**573**	— 3	**107**
7	**174**	543	**62**	77
9	126	427	14	— 39
11	81*	356*	— 31*	— 110*
1^h p.	154	487	42	21
3	**231**	705	**119**	239
5	171	**715**	59	**249**
7	66	459	— 46	— 7
9	58*	221	— 54*	— 245
11	**87**	220*	— **25**	— 246*
Mittel	112	466	49	123

Die Amplitude des täglichen Ganges ist im Sommer 2·5 mal größer als im Winter, dasselbe Verhältnis resultiert für die mittleren Ordinaten: 495 gegen 198 und 123 gegen 49.

Windgeschwindigkeit.

Aus den Windwegen und der Windhäufigkeit wurde die Windgeschwindigkeit für jede einzelne Windrichtung und Tagesstunde abgeleitet. Die erhaltenen Resultate finden sich im Anhang in den Tabellen XI bis XV.

Betrachten wir vorerst die resultierenden mittleren Geschwindigkeiten, so ersehen wir, daß im Jahresdurchschnitt die größte mittlere Geschwindigkeit der Bora zukommt (ENE und NE mit 35 bis 40 *km*/St.), hierauf dem Scirocco (SE und SSE mit 29 bis 30 *km*/St.), überhaupt den südlichen Winden, während die kleinste Geschwindigkeit bei den nordwestlichen und westlichen Winden zu bemerken ist,

Mittlere Windgeschwindigkeit in den einzelnen Windrichtungen.

In Kilometern ausgedrückt.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
Winter	16·2	22·3*	**40·9**	**49·8**	**26·5**	**30·0**	**43·2**	**39·6**	**33·0**	25·0	20·2	17·8	16·6*	**17·2**	17·9	16·4
Frühling	14·6*	22·4	33·3	36·3	24·8	19·8	29·2	26·8	23·6	21·2	21·0	16·2*	17·0	17·0	**18·0**	17·0
Sommer	**18·8**	**23·7**	30·7*	27·8*	18·9*	16·7*	18·1*	20·1*	17·1*	16·7*	16·3*	16·8	16·7	14·7*	15·3*	**18·2**
Herbst	15·9	23·2	34·4	36·5	25·2	26·3	34·4	35·1	30·2	**29·7**	**26·4**	**22·9**	**17·7**	15·1	17·6	14·8*
Jahr	16·2	22·7	35·2	39·5	23·7	21·5	29·6	29·0	25·7	23·9	21·5	18·5	16·9	16·1	17·1	16·2

mit der kleinsten durchschnittlichen Geschwindigkeit von 16 *km*/St. Die Windrichtungen, nach der Größe ihrer mittleren Geschwindigkeit geordnet, geben nachfolgende Reihe:

ENE, NE, SE, SSE, S, SSW, E, NNE, ESE, SW, WSW, NW, W, N, NNW und WNW.

Zu allen Jahreszeiten zeigt die Bora die größte mittlere Geschwindigkeit, an Stärke folgt gleich der Scirocco.

Betrachten wir bei jeder einzelnen Windrichtung die mittlere Geschwindigkeit in den vier Jahreszeiten, so zeigen die Windrichtungen von NE über E bis S eine größere mittlere Geschwindigkeit im Winter, die kleinste im Sommer. Die Richtungen NNW, N und NNE erreichen hingegen die größte mittlere Geschwindigkeit im Sommer, während die südwestlichen und westlichen Richtungen, von SSW bis W, die größte mittlere Geschwindigkeit im Herbst aufweisen. Die Durchschnittswerte schwanken bei der Bora zwischen 50 *km*/St. im Winter und 28 *km*/St. im Sommer, bei dem Scirocco zwischen 43 und 17 *km*. Die südwestlichen Richtungen steigen im Herbst bis zu einer mittleren Geschwindigkeit von rund 30 *km*/St., um im Sommer nur 16 *km*/St. zu erreichen, während bei den nordwestlichen Richtungen die mittlere Geschwindigkeit nur zwischen 18 und 15 *km*/St. schwankt.

Gehen wir nun zu einer Betrachtung der Änderung der mittleren Geschwindigkeit nach den einzelnen Tagesstunden über. Aus den genannten Tabellen XI bis XV, wo die größten Werte für jede einzelne Windrichtung durch Druck hervorgehoben sind, läßt sich bereits das verschiedene Verhalten der täglichen Periode der Windgeschwindigkeit für die einzelnen Windrichtungen erkennen. Um diesen täglichen Gang klarer zur Darstellung zu bringen, wurden die in den Tabellen XI bis XV mitgeteilten Ergebnisse von zwei zu zwei Stunden zusammengefaßt und die resultierenden Mittelwerte jeder zweiten Stunde noch einer Ausgleichsrechnung nach $(a + 2b + c) : 4$ unterzogen. Diese ausgeglichenen mittleren Windgeschwindigkeiten sind in den nachfolgenden Tabellen 16 bis 20 ersichtlich gemacht.

Die täglichen Schwankungen in den einzelnen Windrichtungen sind sehr verschieden. Aus den hier zusammengestellten Amplituden der ausgeglichenen mittleren Windgeschwindigkeiten (aus den Tabellen 16 bis 20 entnommen) läßt sich immerhin hervorheben, daß im Jahresdurchschnitt die größte Amplitude die südwestlichen Winde zeigen, überhaupt die Winde von SE über S bis W.

Tägliche Amplituden der mittleren Windgeschwindigkeit.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
Winter	2·4	3·9	3·0	3·9	**8·2**	8·8	6·2	11·4	5·2	13·6	4·9	8·2	8·6	3·2	3·3	4·3
Frühling	**8·4**	**10·1**	**6·6**	4·5	4·4	1·1	7·0	7·3	7·7	5·6	16·5	10·6	8·4	5·7	6·4	4·1
Sommer	8·3	6·9	6·1	5·8	2·3	4·0	7·4	8·4	7·9	10·7	**19·4**	14·4	**12·1**	**8·0**	**9·4**	**15·6**
Herbst	5·0	9·9	5·5	**7·1**	4·8	**8·9**	**8·9**	**13·5**	**8·8**	**15·6**	17·6	**15·2**	12·0	3·7	6·2	5·9
Jahr	2·7	6·5	4·8	7·2	4·4	2·7	8·3	9·5	8·2	11·3	14·1	11·5	9·1	4·7	6·0	5·3

Die einzelnen Windrichtungen erreichen die größte Schwankung in ihrer täglichen Periode der mittleren Geschwindigkeit zu verschiedenen Jahreszeiten: die Winde aus dem ersten Quadranten hauptsächlichst im Frühjahr, die des zweiten Quadrantem im Herbst, die Winde aus dem dritten Quadranten im Herbst und Sommer und die des vierten Quadranten stets im Sommer.

Im allgemeinen ist das Anschwellen der Windstärke rascher und liegen die Maxima höher über den Mittelwert als die Minima unter denselben (siehe Tabelle 20).

Tabelle 16.

Ausgeglichene mittlere Windgeschwindigkeit — Winter.

Kilometer pro Stunde.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1^h a.	16·9	22·4	**42·2**	48·5	**31·0**	26·5	44·7	36·1	34·7	**31·9**	22·0	**22·0**	16·9	16·7	16·4*	14·9*
3	16·8	23·4	41·7	48·3*	28·3	29·9	43·2	38·4	33·2	30·1	**22·8**	20·8	20·3	16·7	16·6	15·0
5	15·9	23·6	40·0	48·5	25·6	30·8	45·3	40·9	32·1	29·4	20·1	18·9	**21·1**	16·9	17·1	14·9
7	14·8	23·0	39·2*	48·9	23·5	**34·7**	45·4	44·5	31·9	23·7	19·0	17·7	20·7	17·6	17·3	15·2
9	14·8*	21·1	40·0	49·8	23·0	33·3	**46·7**	**46·4**	32·6	23·3	19·6	18·0	17·9	18·5	17·7	15·9
11	15·0	22·5	41·2	50·3	22·8*	31·2	42·4	43·8	32·2	24·4	22·0	18·8	17·1	**18·6**	18·7	16·4
1^h p.	16·3	23·5	**42·2**	49·6	24·2	27·2	41·6	41·4	31·6	25·9	21·8	17·7	14·8	18·6	19·6	18·2
3	16·6	**24·0**	41·5	49·6	26·6	25·9*	40·5*	38·5	30·6*	24·8	20·1	15·0	13·4	18·2	**19·7**	19·1
5	**17·2**	22·9	40·4	50·6	29·6	26·4	41·1	38·4	31·7	19·8	17·9*	13·9	12·5*	17·2	19·4	**19·2**
7	16·7	20·4	39·9*	**52·2**	27·4	31·7	41·0	36·3	33·6	18·3*	18·1	13·8*	13·9	15·9	18·3	17·4
9	16·6	20·7	40·2	51·5	28·1	31·0	42·2	35·0*	35·4	21·6	18·3	17·4	14·8	15·4*	17·6	15·8
11	16·8	20·1*	41·8	49·9	28·2	31·6	43·9	35·1	**35·8**	26·2	20·9	19·6	15·6	16·0	16·4	15·3
Mittel	16·2	22·3	40·9	49·8	26·5	30·0	43·2	39·6	33·0	25·0	20·2	17·8	16·6	17·2	17·9	16·4

Tabelle 17.

Ausgeglichene mittlere Windgeschwindigkeit — Frühling.

Kilometer pro Stunde.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1^h a.	14·4	19·9	32·9	36·3	23·3	20·0	31·2	30·2	25·1	23·1	25·7	21·7	19·6	17·0	16·5	15·8
3	15·7	19·9	31·9	35·1	22·6*	**20·3**	31·9	**30·3**	**26·6**	**23·7**	27·3	**22·4**	**21·8**	18·9	15·7	16·3
5	16·9	19·8	31·5	33·9*	23·8	19·6	**32·9**	29·9	24·3	23·2	**29·5**	20·1	20·6	18·3	15·4*	16·5
7	18·6	22·3	30·2*	34·2	24·5	19·6	32·4	27·7	25·0	22·9	27·3	17·0	18·1	16·5	15·9	16·3
9	**18·7**	25·4	32·1	34·8	25·0	19·7	31·4	26·4	20·9	21·9	24·9	16·1	15·7	15·8	17·3	15·3*
11	17·2	**28·8**	34·2	35·6	24·4	19·2*	28·5	24·9	20·7	20·9	19·5	14·9	14·9	17·1	19·6	17·7
1^h p.	12·8	26·9	36·8	36·5	24·6	19·6	27·3	23·6	18·9*	20·1	16·9	13·5	15·1	19·3	21·4	17·8
3	10·3*	25·2	**36·8**	37·1	25·7	19·6	26·7	23·0*	21·3	18·1	13·1	12·2	13·8	**19·6**	**21·8**	**19·4**
5	11·0	22·3	35·0	38·1	26·3	20·1	26·0	24·0	23·8	18·1*	13·0*	11·8*	13·4*	17·8	20·8	18·4
7	12·5	20·4	33·3	**38·4**	**27·0**	19·8	25·9*	25·8	25·4	18·8	14·0	12·8	15·0	15·3	18·2	18·1
9	13·8	18·9	32·5	38·3	26·0	19·5	26·7	27·5	25·5	21·1	18·7	14·1	16·5	13·9*	17·2	17·0
11	13·4	18·7*	32·6	37·7	24·8	20·1	29·3	28·6	25·5	22·6	21·9	18·1	18·9	14·9	16·3	15·5
Mittel	14·6	22·4	33·3	36·3	24·8	19·8	29·2	26·8	23·6	21·2	21·0	16·2	17·0	17·0	18·0	17·0

Tabelle 18.

Ausgeglichene mittlere Windgeschwindigkeit — Sommer.

Kilometer pro Stunde.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1h a.	15·8	20·9	28·0*	25·8	18·5	17·4	21·1	22·0	16·5	21·6	23·8	17·2	**23·9**	11·1*	12·4	12·4
3	15·8	21·0	28·1	25·4*	18·9	18·8	**22·8**	24·9	15·3	**22·6**	**28·7**	20·5	23·1	13·2	11·9	12·2*
5	15·8	21·3	28·9	25·8	18·7	**18·9**	21·4	**25·1**	17·8	22·4	24·4	24·1	18·7	13·5	11·3	12·2
7	16·6	22·4	29·5	26·2	18·6	17·4	18·7	23·2	20·6	19·2	19·5	**25·2**	16·2	13·8	11·1*	13·2
9	19·8	24·4	30·6	27·3	18·8	14·9*	16·1	20·6	**21·5**	17·2	13·6	21·5	16·1	13·9	14·1	16·5
11	21·6	25·6	31·7	27·7	19·4	15·1	15·4*	18·4	19·0	14·3	12·2	16·9	16·1	16·6	17·3	24·2
1h p.	**23·7**	26·8	32·8	28·2	20·1	15·7	16·1	16·7	15·1	12·7	11·6	13·7	15·0	19·0	20·5	25·8
3	22·5	26·5	**34·1**	29·3	**20·1**	17·3	16·6	16·7*	13·6*	11·9*	10·6	11·9	13·8	**19·1**	**20·5**	**27·8**
5	22·4	**27·4**	33·2	**31·2**	19·7	16·9	17·0	17·9	14·2	13·0	9·3*	10·8*	12·2	17·4	19·8	23·1
7	19·1	24·8	32·3	30·9	18·6	16·2	16·4	18·6	16·1	13·4	10·3	10·9	11·8*	14·9	17·3	21·4
9	17·0	23·1	29·8	29·2	17·8*	15·7	16·8	18·3	17·8	15·2	12·3	13·1	14·1	12·7	14·9	16·3
11	15·4*	20·5*	28·8	26·5	17·9	15·9	18·6	19·3	17·2	17·2	19·3	15·3	20·0	11·5	12·9	13·4
Mittel	18·8	23·7	30·7	27·8	18·9	16·7	18·1	20·1	17·1	16·7	16·3	16·8	16·7	14·7	15·3	18·2

Tabelle 19.

Ausgeglichene mittlere Windgeschwindigkeit — Herbst.

Kilometer pro Stunde.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1h a.	15·0	20·7	32·5	36·3	24·3	28·6	36·3	35·0	31·7	34·8	30·4	**30·5**	21·9	14·4	16·1	14·0
3	15·3	22·1	32·8	35·6	24·6	29·6	37·4	39·6	32·3	**37·6**	30·4	29·8	20·6	14·5	15·7	14·6
5	15·7	21·4	34·1	34·6	24·6	30·1	**38·3**	42·4	34·0	37·0	32·4	25·8	22·0	14·6	15·2	15·2
7	14·9	21·2	35·9	34·0	23·5	**30·2**	37·6	**43·1**	34·3	35·7	32·0	23·8	**22·6**	14·2	15·0*	13·4
9	14·2	23·7	37·3	34·0	23·2*	30·1	35·2	39·3	**35·1**	33·1	29·5	21·8	21·8	13·9*	16·4	13·7
11	14·0*	26·8	**37·9**	33·9*	23·7	26·7	32·4	36·9	30·5	30·2	24·5	20·0	18·8	15·9	18·5	12·3*
1h p.	15·9	**28·6**	36·7	34·8	25·2	24·9	29·9	32·8	28·2	24·0	21·0	17·7	14·9	17·3	20·8	16·4
3	18·8	27·6	34·6	36·2	26·5	23·4	29·4*	31·9	26·3*	22·0*	16·2	15·3*	12·8	**17·6**	**21·2**	16·6
5	**19·0**	25·8	32·7	39·0	27·9	21·9	31·1	30·1	27·6	22·4	15·5*	15·9	10·6*	15·7	19·8	**18·2**
7	17·7	22·3	32·4*	**41·0**	**28·0**	21·3*	33·8	29·6*	26·6	24·3	22·0	19·4	11·6	14·5	18·3	15·6
9	15·3	19·4	32·9	40·3	26·6	21·9	35·5	29·6	27·2	26·2	29·4	24·6	15·7	14·4	17·0	14·5
11	14·8	18·7*	32·9	38·5	24·8	26·4	35·8	31·1	28·8	29·1	**33·1**	29·8	19·6	14·3	16·8	13·6
Mittel	15·9	23·2	34·4	36·5	25·2	26·3	34·4	35·1	30·2	29·7	26·4	22·9	17·7	15·1	17·6	14·8

Tabelle 20.

Ausgeglichene mittlere Windgeschwindigkeit — Jahr.

Kilometer pro Stunde.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1h a.	15·7	20·9	33·7	38·1	23·0	21·9	32·1	31·0	28·9	28·5	26·4	23·4	20·4	14·8	15·3	14·2*
3	15·9	21·7	33·4*	37·0	22·6	22·9	33·4	33·4	**29·0**	**29·9**	27·8	**24·3**	**21·4**	15·8	14·9	14·4
5	15·9	21·8	33·4	36·5*	22·5	**22·9**	**34·2**	**34·2**	28·2	29·6	**27·9**	23·0	20·6	16·0	14·7*	14·6
7	15·4	22·1	33·8	36·6	22·2*	22·7	32·8	33·6	28·4	27·2	25·9	21·3	19·1	15·7	15·0	14·5
9	15·5	23·0	35·5	37·3	22·4	21·8	30·2	31·3	27·4	25·0	23·0	19·4	17·4	15·8	16·5	15·2
11	15·6	25·2	37·2	38·2	22·6	20·9	27·0	28·5	24·4	23·0	19·5	17·4	16·3	17·1	18·5	16·3
1h p.	16·8	**25·9**	**38·2**	39·5	23·7	20·8	25·9*	25·8	21·3	20·3	17·3	15·3	15·0	18·6	20·4	18·5
3	17·7	25·7	37·6	40·8	25·2	21·1	26·1	24·7*	20·8*	18·7	14·6	13·4	13·5	**18·7**	**20·7**	19·4
5	**18·0**	24·5	36·1	42·7	**26·6**	20·8	26·9	24·9	22·8	18·6*	13·8*	12·8*	12·3*	17·1	19·9	**19·5**
7	17·1	21·9	35·1	**43·7**	26·0	20·8	27·6	25·6	24·3	19·5	16·3	14·0	13·0	15·2	17·9	17·6
9	15·7	20·4	34·4	42·7	24·8	20·2*	28·7	26·6	25·7	21·9	20·7	17·0	15·1	14·0*	16·4	15·8
11	15·3*	19·4*	34·1	40·5	23·3	21·4	30·2	28·4	27·5	24·3	24·7	20·9	18·2	14·1	15·5	14·5
Mittel	16·2	22·7	35·2	39·5	23·7	21·5	29·6	29·0	25·7	23·9	21·5	18·5	16·9	16·1	17·1	16·2

Betrachten wir die Maxima der Windgeschwindigkeit für die einzelnen Richtungen, so finden wir im Winter eine ziemlich regellose Verteilung, in den übrigen Jahreszeiten hingegen eine gewisse Regelmäßigkeit. Die südlichen Winde aus den acht Richtungen von ESE bis W zeigen im täglichen Gange der mittleren Windgeschwindigkeit die Maxima im allgemeinen vormittags, die nördlichen Winde aus den acht Richtungen von WNW bis E hingegen hauptsächlich nachmittags.

Im Jahresmittel erheben sich bei den genannten acht südlichen Windrichtungen (von ESE bis W), die täglichen Gangkurven von beiläufig 11^h nachts bis 9^h vormittags über den Mittelwert und erreichen ihr Maximum zwischen 3^h und 5^h früh. Die acht nördlichen Windrichtungen (von WNW bis E) zeigen mittlere Geschwindigkeiten über den Mittelwert tagsüber, mit den größten Werten zwischen 1^h und 7^h nachmittags.

Infolge dieses eigentümlichen Verhaltens werden die mittleren Geschwindigkeiten in zwei Hauptgruppen vereinigt und zwar durch einfache Mittelbildung. Der resultierende tägliche Gang ist in der nachfolgenden Tabelle 21 ersichtlich gemacht, wobei als nördliche Winde die acht Richtungen von WNW über N bis E und als südliche Winde die acht Richtungen von ESE über S bis W zusammengefaßt erscheinen.

Tabelle 21.

Mittlere Windgeschwindigkeit.

In Kilometern pro Stunde.

	Nördliche Windrichtungen					Südliche Windrichtungen				
	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
1^h a.	26·1	22·0	18·1*	21·7	22·0	29·4	24·6	20·4	31·1	26·6
3	25·8	**22·0**	18·3	21·9	22·0	29·8	**25·5**	**22·1**	32·2	**27·8**
5	25·3	22·0	18·4	21·9	21·9*	**29·8**	25·0	21·6	**32·8**	27·6
7	24·9*	22·3	18·9	21·5*	21·9	29·7	23·8	20·0	32·4	26·4
9	25·1	23·1	20·7	22·0	22·7	29·7	22·1	17·7	30·7	24·4
11	25·7	24·3	23·0	22·9	23·8	29·0	20·4	15·9	27·5	22·1
1^h p.	26·5	**24·5**	24·6	24·5	25·2	27·7	19·4	14·6	24·2	20·2
3	26·9	24·5	**25·0**	**24·9**	**25·7**	26·1	18·5*	14·1	22·2	19·1
5	**27·1**	23·7	24·3	24·8	25·6	25·2*	18·8	13·9*	21·9*	19·1*
7	26·0	22·9	22·4	23·7	24·3	25·8	19·7	14·2	23·6	20·1
9	25·7	22·2	20·1	22·5	23·0	27·0	21·2	15·4	26·3	22·0
11	25·6	21·7*	18·4	21·8	22·1	28·6	23·1	17·8	29·2	24·5
Mittel	25·9	22·9	21·0	22·8	23·4	28·2	21·8	17·3	27·8	23·3
	Täglicher Gang									
1^h a.	0·2	— 0·9	— 2·9*	— 1·1	— 1·4	1·2	2·8	3·1	3·3	3·3
3	— 0·1	— 0·9	— 2·7	— 0·9	— 1·4	1·6	**3·7**	**4·8**	4·4	**4·5**
5	— 0·6	— 0·9	— 2·6	— 0·9	— 1·5*	**1·6**	3·2	4·3	**5·0**	4·3
7	— 1·0*	— 0·6	— 2·1	— 1·3*	— 1·5	1·5	2·0	2·7	4·6	3·1
9	— 0·8	0·2	— 0·3	— 0·8	— 0·7	1·5	0·3	0·4	2·9	1·1
11	— 0·2	1·4	2·0	0·1	0·4	0·8	— 1·4	— 1·4	— 0·3	— 1·2
1^h p.	0·6	**1·6**	3·6	1·7	1·8	— 0·5	— 2·4	— 2·7	— 3·6	— 3·1
3	1·0	1·6	**4·0**	**2·1**	**2·3**	— 2·1	— 3·3*	— 3·2	— 5·6	— 4·2
5	**1·2**	0·8	3·3	2·0	2·2	— 3·0*	— 3·0	— 3·4*	— 5·9*	— 4·2*
7	0·1	0·0	1·4	0·9	0·9	— 2·4	— 2·1	— 3·1	— 4·2	— 3·2
9	— 0·2	— 0·7	— 0·9	— 0·3	— 0·4	— 1·2	— 0·6	— 1·9	— 1·5	— 1·3
11	— 0·3	— 1·2*	— 2·6	— 1·0	— 1·3	0·4	1·3	0·5	1·4	1·2
Mittel	0·5	0·9	2·4	1·1	1·3	1·5	2·2	2·6	3·6	2·9

Die Windgeschwindigkeit der nördlichen Windrichtungen zeigt eine tägliche Periode, wie sie im allgemeinen der tägliche Gang der Windgeschwindigkeit an der Erdoberfläche zeigt, während die tägliche Periode der südlichen Windrichtungen dem täglichen Gange der Windgeschwindigkeit auf freien Höhen entspricht. Hiebei ist zu bemerken, daß die hier unter der Bezeichnung »südlich« zusammengefaßten Windrichtungen von der freien Adria herwehen, während den nördlichen die Halbinsel Istrien und die Inseln, die den Quarnero südlich begrenzen, vorgelagert sind; die ersten sind demnach als Seewinde aufzufassen, bei welchen der störende Einfluß der Erdoberfläche entfällt, die zweiten als Landwinde.

Bei den nördlichen Windrichtungen ist die tägliche Periode mit dem Maximum bei Tage sehr deutlich ausgeprägt, das Minimum bei Nacht, beziehungsweise morgens ist durch sekundäre Schwankungen gestört.

Die Eintrittszeiten für die Maxima und die Medien sind nachfolgende:

	I. Medium	Maximum	II. Medium
Winter	12^h m.	4^h p.	8^h p.
Frühling	9 a.	2 p.	7 p.
Sommer	9 a.	3 p.	8 p.
Herbst	11 a.	3 p.	8 p.
Jahr	10 a.	4 p.	8 p.

Die Windgeschwindigkeit steigt im allgemeinen über den Mittelwert um 10^h vormittags, erreicht das Maximum um 4^h nachmittags und sinkt unter den Mittelwert um 8^h abends. Im Frühling und Sommer beginnt die Gangkurve schon um 9^h vormittags über den Mittelwert sich zu erheben, im Herbst um 11^h, im Winter erst mittags. Im Winter wird das Maximum um 4^h nachmittags erreicht, im Frühling schon um 2^h. Geschwindigkeiten größer als der Mittelwert sind im Sommer durch 11 Stunden zu bemerken, im Winter hingegen nur durch 8 Stunden.

Für den geradezu entgegengesetzten Gang der südlichen Winde resultieren nachfolgende Eintrittszeiten:

	Maximum	I. Medium	Minimum	II. Medium
Winter	5^h a.	12^h m.	5^h p.	10^h p.
Frühling	3 a.	9 a.	4 p.	10 p.
Sommer	3 a.	9 a.	5 p.	11 p.
Herbst	5 a.	11 a.	4 p.	10 p.
Jahr	4 a.	10 a.	4 p.	10 p.

Die größte mittlere Windgeschwindigkeit wird im Jahresdurchschnitte um 4^h früh erreicht, die kleinste um 4^h nachmittags. Von 10^h vormittags bis 10^h abends sind die Windgeschwindigkeiten kleiner als der Mittelwert.

Im Frühling und Sommer fällt das Maximum bereits auf 3^h früh, die Gangkurve sinkt unter den Mittelwert um 9^h vormittags, um im Sommer erst um 11^h nachts sich über den Mittelwert zu erheben. Im Sommer liegt die Gangkurve durch 14 Stunden unter dem Mittelwert, im Winter nur durch zehn Stunden.

Die Schwankungen der täglichen Periode sind bei den südlichen Windrichtungen stets größer als die der nördlichen Winde, wie auch aus der nachfolgenden Zusammenstellung ersichtlich wird. Bei beiden Windgruppen ist der tägliche Gang im Winter am schwächsten ausgeprägt, bei den nördlichen Windrichtungen am stärksten im Sommer, bei den südlichen im Herbst.

	Amplituden der									
	nördlichen					südlichen				
	Windrichtungen									
	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Differenzen . .	2·2*	2·8	**6·9**	3·4	3·8	4·6*	7·0	8·2	**10·9**	8·7
Quotienten . . .	1·09*	1·13	**1·58**	1·15	1·17	1·18*	1·38	**1·59**	1·50	1·46
Mittlere Ordinaten	0·5*	0·9	**2·4**	1·1	1·3	1·5*	2·2	2·6	**3·6**	2·9

Das Ansteigen der mittleren Windgeschwindigkeit ist bei den nördlichen Winden stets deutlicher, die positiven Ordinaten im täglichen Gange werden durch alle Jahreszeiten größer als die negativen. Der Unterschied ist im Sommer am größten, im Winter am kleinsten (Sommer — 2·9 gegen 4·0, Winter — 1·0 gegen 1·2).

Bei den südlichen Winden werden die positiven Ordinaten nur im Frühling und Sommer größer als die negativen, im Herbst und namentlich im Winter hingegen kleiner. Der größte Unterschied ist im Winter und Sommer zu bemerken (Winter — 3·0 gegen 1·6, Sommer — 3·4 gegen 4·8).

Was nun die Größe der Windgeschwindigkeit anbelangt, so zeigt sich im Jahresdurchschnitt fast dieselbe Windgeschwindigkeit für die nördlichen wie für die südlichen Windrichtungen, 23·4 und 23·3 *km*/St. Im Winter und namentlich im Herbst erreichen die südlichen Winde eine größere mittlere Geschwindigkeit als die nördlichen, 28·2 gegen 25·9 und 27·8 gegen 22·8 *km*/St. Im Frühling und besonders im Sommer sind hingegen die mittleren Geschwindigkeiten der nördlichen Winde größer, 22·9 gegen 21·8 und 21·0 gegen 17·3 *km*/St.

Bei beiden Windgruppen wird im Winter die größte mittlere Geschwindigkeit erreicht, im Sommer die kleinste (nördl.: 25·9 gegen 21·0, südl.: 28·2 gegen 17·3 *km*/St.).

Um die früher besprochenen Unterschiede im täglichen Gange der beiden Windgruppen noch übersichtlicher darzustellen, sind in der nachfolgenden Zusammenstellung die Differenzen zwischen den Ordinaten der täglichen Periode gebildet, also die Differenzen der mittleren Geschwindigkeit der einzelnen Stunden nach Ausscheidung der verschiedenen mittleren Windstärken.

Unterschiede im täglichen Gange der nördlichen und südlichen Windrichtungen.

(Ordinaten der nördlichen Winde — der südlichen Winde.)

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
1^h a.	— 1·0	— 3·7	— 6·0	— 4·4	— 4·7
3	— 1·7	— 4·6*	— 7·5*	— 5·3	— 5·9*
5	— 2·2	— 4·1	— 6·9	— 5·9*	— 5·8
7	— 2·5*	— 2·6	— 4·8	— 5·9	— 4·6
9	— 2·3	— 0·1	— 0·7	— 3·7	— 1·8
11	— 1·0	2·8	3·4	0·4	1·6
1^h p.	1·1	4·0	6·3	5·3	4·9
3	3·1	**4·9**	**7·2**	7·7	**6·5**
5	**4·2**	3·8	6·7	**7·9**	6·4
7	2·5	2·1	4·5	5·1	4·1
9	1·0	— 0·1	1·0	1·2	0·9
11	— 0·7	— 2·5	— 3·1	— 2·4	— 2·5

Eintrittszeiten.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Minimum	8h a.	3h a.	4h a.	6h a.	4h a.
I. Medium	12 m.	9 a.	9 a.	11 a.	10h a.
Maximum	5 p.	3 p.	3 p.	4 p.	4 p.
II. Medium	10 p.	9 p.	9 p.	10 p.	10 p.

Der Verlauf der Differenzen ist äußerst regelmäßig. Die Extreme fallen auf 4h früh und 4h nachmittags, gleiche Ordinate sind um 10h vormittags und 10h abends zu bemerken.

Im Sommer erhebt sich die tägliche Gangkurve der südlichen Windrichtungen gegenüber der der nördlichen am meisten um 4h früh, im Winter erst um 8h vormittags. Die tägliche Gangkurve der nördlichen Winde steigt im Sommer um 3h nachmittags am stärksten über die der südlichen Winde an, im Winter später, um 5h nachmittags. Die Schwankung ist am stärksten im Sommer, am schwächsten im Winter.

Die Differenzen der Ordinaten sind gleich Null, im Sommer um 9h früh und 9h abends, im Winter erst zu Mittag und 10h nachts.

Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit.

Zur Bestimmung des täglichen Ganges der Windgeschwindigkeit wurden aus den kontinuierlichen fünfjährigen Beobachtungen 1903 bis 1907 die einzelnen Monatsmittel nach Ausscheidung der unperiodischen Änderungen gebildet. Die stündlichen Mittelwerte sind in der Tabelle 22 zusammengestellt.

Wenn auch die Extreme in diesen Reihen unregelmäßig verteilt erscheinen, so zeigt sich doch das bemerkenswerte Ergebnis, daß die größeren Windgeschwindigkeiten nachts und vormittags zu bemerken sind, die kleineren hingegen nachmittags.

Tabelle 22.

Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit.

In Kilometern pro Stunde. — 5 Jahre 1903 bis 1907.

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober	Nov.	Dez.
1h a.	32·0	**33·9**	27·2	27·1	20·8	19·3	19·4	19·8	23·3	28·6	28·7	29·1
2	32·0	**33·9**	27·1	27·0	21·8	20·2	20·7	20·4	23·9	29·7	29·9	29·2
3	32·8	33·1	26·6	**27·4**	**22·4**	21·0	**21·1**	21·7	24·9	29·6	**30·6**	29·5
4	32·9	32·7	27·7	27·1	21·8	21·0	20·8	**22·2**	25·4	29·5	30·4	29·6
5	**33·0**	31·9	**27·9**	26·4	21·2	21·4	20·3	21·7	26·0	29·1	30·2	29·5
6	32·4	32·6	27·7	26·1	21·2	**21·7**	19·6	21·4	**26·0**	29·2	29·8	29·7
7	32·3	32·6	27·8	26·5	21·3	20·8	21·0	21·3	26·0	29·3	30·3	29·7
8	31·8	32·7	27·3	26·3	22·1	20·7	20·4	21·5	25·5	30·1	29·6	30·5
9	32·3	32·9	27·5	26·7	**22·4**	21·1	20·8	21·5	25·1	30·2	29·8	31·3
10	32·3	31·9	26·4	26·8	21·4	21·3	20·1	21·0	24·2	29·4	29·4	31·2
11	**33·1**	**34·5**	27·3	**27·6**	22·0	21·4	19·8	20·6	24·0	**30·4**	30·1	**32·0**
12	32·1	33·9	25·4	26·9	21·3	19·9	18·3	18·9	22·9	29·6	27·9	30·3
1h p.	32·7	33·4	24·5	25·3	20·6	19·2	17·5	17·4	22·5	29·1	27·2	29·6
2	31·9	32·7	24·0*	24·7	20·4	18·7	17·0*	17·3	21·6	28·4	26·5	29·0
3	31·3	31·9	24·1	24·8	20·0*	18·3	17·2	17·1	21·1	27·4	26·0	28·2
4	32·0	31·6	25·7	25·7	20·4	19·4	17·5	17·7	20·9	27·1	25·9	28·5
5	30·8*	31·4*	25·3	24·4	20·2	19·1	17·3	17·0*	19·8*	26·7*	25·6*	27·5*
6	31·5	32·4	25·9	24·5	20·3	18·5	18·0	17·1	20·3	27·3	26·1	28·3
7	32·0	31·8	25·7	24·1*	20·7	18·8	18·2	17·5	21·0	27·9	26·3	28·3
8	32·4	31·4*	26·4	24·6	20·6	18·0	17·9	17·1	21·6	27·9	26·2	28·3
9	32·7	31·6	**27·6**	25·2	21·1	18·1	17·0*	17·6	22·6	29·5	26·5	28·4
10	**33·3**	32·7	27·3	25·6	21·6	17·9*	17·3	17·9	22·8	29·2	27·5	29·1
11	32·7	33·0	26·7	26·2	21·8	18·1	17·4	19·2	23·0	29·1	28·4	29·5
12	32·2	33·7	25·9	26·5	21·4	18·2	18·5	19·6	23·2	28·6	28·5	29·3
Mittel	32·3	32·7	26·5	26·0	21·2	19·7	18·9	19·4	23·2	28·9	28·2	29·4
Amplitude	2·5	3·1	3·9	3·5	2·4	3·8	4·1	5·2	6·2	3·7	5·0	4·5
Quotient	1·08	1·10	1·16	1·15	1·12	1·21	1·24	1·31	1·31	1·14	1·20	1·16

Die größte mittlere Windgeschwindigkeit wird in den Wintermonaten Jänner und Februar erreicht, 32·3 und 32·7 *km*/St., die kleinste im Juli mit 18·9 *km*/St.

Die tägliche Schwankung wird am größten im August und September, am kleinsten im Jänner; Quotient, Maximum : Minimum, 1·31 gegen 1·08.

In der Tabelle 23 sind diese stündlichen Mittelwerte nach Jahreszeiten, nach dem Winter- und Sommerhalbjahr, wie für das Jahr vereinigt.

In den einzelnen Jahreszeiten erscheint die tägliche Periode noch ziemlich unregelmäßig. Im Winter und Frühling fällt das Hauptmaximum auf 11^h vormittags, das Nebenmaximum auf 3^h früh. Im Sommer ist das Hauptmaximum zwischen 3^h und 4^h früh, im Herbst um 7^h früh zu entnehmen. Das Minimum der stündlichen Windgeschwindigkeit schwankt in den einzelnen Jahreszeiten innerhalb kleinerer Grenzen, zwischen 2^h und 5^h nachmittags.

Tabelle 23.

Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit.

In Kilometern pro Stunde.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Winter-halbjahr	Sommer-halbjahr	Jahr
1^h a.	31·7	25·0	19·5	26·9	29·9	21·6	25·8
2	31·7	25·3	20·4	27·8	30·3	22·3	26·3
3	**31·8**	**25·5**	21·3	28·4	30·4	23·1	26·7
4	31·7	25·5	**21·3**	28·4	**30·5**	**23·1**	**26·7**
5	31·5	25·2	21·1	28·4	30·3	22·8	26·6
6	31·6	25·0	20·9	28·3	30·2	22·7	26·5
7	31·5	25·2	21·0	**28·5**	30·3	22·8	26·6
8	31·7	25·2	20·9	28·4	30·3	22·8	26·5
9	32·2	25·5	**21·1**	28·4	30·7	**22·9**	26·8
10	31·8	24·9	20·8	27·7	30·1	22·5	26·3
11	**33·2**	**25·6**	20·6	28·2	**31·2**	22·6	**26·9**
12	32·1	24·5	19·0	26·8	29·9	21·4	25·6
1^h p.	31·9	23·5	18·0	26·3	29·4	20·4	24·9
2	31·2	23·0*	17·7	25·5	28·8	20·0	24·4
3	30·5	23·0	17·5*	24·8	28·2	19·8	24·0
4	30·7	23·9	18·2	24·6	28·5	20·3	24·4
5	29·9*	23·3	17·8	24·0*	27·9*	19·6*	23·8*
6	30·7	23·6	17·9	24·6	28·6	19·8	24·2
7	30·7	23·5	18·2	25·1	28·7	20·1	24·4
8	30·7	23·9	17·7	25·2	28·8	20·0	24·4
9	30·9	24·6	17·6	26·2	29·4	20·3	24·8
10	31·7	24·8	17·7	26·5	29·9	20·5	25·2
11	31·7	24·9	18·2	26·8	29·9	21·0	25·4
12	31·7	24·6	18·8	26·8	29·7	21·2	25·5
Mittel	31·5	24·5	19·3	26·8	29·7	21·4	25·5
Amplitute	3·3	2·6	3·8	4·5	3·3	3·5	3·1
Quotient	1·11	1·11	1·22	1·19	1·12	1·18	1·13

Für das Jahresmittel wie für das Winter- und Sommerhalbjahr wurden für die tägliche Periode nachfolgende Gleichungen berechnet und aus diesen ($x = 0$ für die Stunde von Mitternacht — 1^h a.) der tägliche Gang bestimmt, wie er in Tabelle 24 dargestellt wird.

Jahr:

$$y = 25\cdot52+1\cdot366 \sin(17° 41'+x.15°)+0\cdot262 \sin(173° 12'+x.30°)+0\cdot228 \sin(8° 4'+x.45°),$$

wobei

$$a_1 = 0\cdot415, \quad a_2 = 0\cdot031, \quad a_3 = 0\cdot032,$$
$$b_1 = 1\cdot302, \quad b_2 = -0\cdot260, \quad b_3 = 0\cdot226.$$

Winterhalbjahr:

$$y = 29\cdot66+1\cdot029 \sin(20° 47'+x.15°)+0\cdot456 \sin(162° 0'+x.30°)+0\cdot223 \sin(337° 35'+x.45°),$$

$$a_1 = 0\cdot365, \quad a_2 = 0\cdot141, \quad a_3 = -0\cdot085,$$
$$b_1 = 0\cdot962, \quad b_2 = -0\cdot434, \quad b_3 = 0\cdot206.$$

Sommerhalbjahr:

$$y = 21\cdot40+1\cdot708 \sin(15° 50'+x.15°)+0\cdot120 \sin(213° 25'+x.30°)+0\cdot303 \sin(23° 31'+x.45°),$$

$$a_1 = 0\cdot466, \quad a_2 = -0\cdot066, \quad a_3 = 0\cdot121,$$
$$b_1 = 1\cdot643, \quad b_2 = -0\cdot100, \quad b_3 = 0\cdot278.$$

Tabelle 24.

Berechneter täglicher Gang der Windgeschwindigkeit.

	Winterhalbjahr		Sommerhalbjahr		Jahr	
1h a.	30·08	0·42	21·92	0·52	26·00	0·48
2	30·25	0·59	22·45	1·05	26·34	0·82
3	30·36	0·70	22·78	1·38	26·55	1·03
4	**30·37**	**0·71**	**22·90**	**1·50**	**26·61**	**1·09**
5	30·32	0·66	22·88	1·48	26·58	1·06
6	30·26*	0·60*	22·83*	1·43*	26·55*	1·03*
7	30·28	0·62	22·83	1·43	26·56	1·04
8	30·38	0·72	**22·86**	**1·46**	26·64	1·12
9	30·53	0·87	22·83	1·43	**26·73**	**1·21**
10	**30·60**	**0·94**	22·61	1·21	26·59	1·07
11	30·48	0·82	22·15	0·75	26·28	0·76
12	30·10	0·44	21·48	0·08	25·75	0·23
1h p.	29·52	— 0·14	20·75	— 0·65	25·10	— 0·42
2	28·88	— 0·78	20·14	— 1·26	24·50	— 1·02
3	28·35	— 1·31	19·78	— 1·62	24·07	— 1·45
4	28·08*	— 1·58*	19·70*	— 1·70*	23·91*	— 1·61*
5	28·11	— 1·55	19·81	— 1·59	23·98	— 1·54
6	28·38	— 1·28	19·98	— 1·42	24·18	— 1·34
7	28·76	— 0·90	20·10	— 1·30	24·41	— 1·11
8	29·13	— 0·53	20·15	— 1·25	24·61	— 0·91
9	29·40	— 0·26	20·21	— 1·19	24·73	— 0·79
10	29·59	— 0·07	20·39	— 1·01	24·97	— 0·55
11	29·73	0·07	20·76	— 0·64	25·24	— 0·28
12	29·90	0·24	21·31	— 0·09	25·60	0·08
Mittel	29·66	0·70	21·40	1·14	25·52	0·92

Im Jahresdurchschnitt erhebt sich die tägliche Gangkurve vor Mitternacht über den Mittelwert, um nach Mittag unter denselben zu sinken. Die größeren Windgeschwindigkeiten sind demnach vormittags, die kleineren nachmittags. Von den 24stündigen Ordinaten sind 13 positiv, 11 negativ; dementsprechend sinkt die Kurve stärker unter den Mittelwert, als sie sich über denselben erhebt, —1·6 gegen 1·2. Die größte Windgeschwindigkeit wird zu Porer um 9^h vormittags erreicht, das sekundäre Maximum um 4^h früh. Zwischen diesen beiden Maxima fällt das sekundäre Minimum auf 6^h früh, während das Hauptminimum um 4^h nachmittags erreicht wird. Die tägliche Periode der Windgeschwindigkeit entspricht daher in Porer nicht dem allgemeinen Gange der Windstärke in den unteren Luftschichten, sondern nähert sich teilweise dem in den freien Höhen.

Betrachten wir die einzelnen Jahreshälften, das Winter- und das Sommerhalbjahr, so ergeben sich aus den berechneten Gleichungen recht regelmäßige Gangkurven. In beiden Jahreshälften kommen die Doppelmaxima deutlich zum Ausdruck. Im Winter fällt das Hauptmaximum auf 10^h vormittags, das sekundäre Maximum auf 4^h früh, im Sommer ist hingegen das Maximum um 4^h früh etwas stärker als das zweite, welches auf 8^h vormittags fällt. Der Unterschied ist jedoch verschwindend klein. Das zwischen diesen beiden Maxima liegende Nebenminimum fällt in beiden Jahreshälften auf 6^h früh, das Hauptminimum auf 4^h nachmittags. Im Winter sind durch 14 Stunden größere Windgeschwindigkeiten als das entsprechende Tagesmittel zu bemerken, durch 10 Stunden kleinere; die Gangkurve steigt vor 11^h nachts über den Mittelwert und sinkt erst gegen 1^h nachmittags unter denselben. Im Sommer stehen 12 positiven, 12 negative Ordinaten gegenüber. Der Unterschied zwischen den größten positiven und negativen Ordinaten ist daher im Sommer geringer als im Winter; die Abweichung vom Tagesmittel beträgt im Winter 0·9 gegen —1·6, im Sommer 1·5 gegen —1·7.

Die mittlere Geschwindigkeit im Winter beträgt 29·7 *km*/St., im Sommer 21·4, im Jahresdurchschnitt resultiert dieselbe mit 25·5 *km*/St. Der kleineren Windgeschwindigkeit entspricht die größere Schwankung.

	Winter	Sommer	Jahr
Mittlere Geschwindigkeit	29·66	21·40	25·52
Amplitude	2·52	3·20	2·82
Quotient	1·09	1·16	1·12
Mittlere Ordinate der täglichen Gangkurve	0·70	1·14	0·92

Aus den mitgeteilten Gleichungen ist auch zu entnehmen, daß die Amplitude der einfachen täglichen Schwankung im Winter kleiner ist als im Sommer, 1·03 gegen 1·71. Die doppelte tägliche Schwankung ist im Winter größer als im Sommer, auch das Verhältnis der doppelten Schwankung zur einfachen ist im Winter größer. Die Amplitude der doppelten Periode ist im Winter nur zirka $2^1/_4$ mal kleiner als die der einfachen, im Sommer hingegen mehr als 14fach kleiner (1·03 gegen 0·46, beziehungsweise 1·71 gegen 0·12).

Aus den mitgeteilten Monatsmitteln soll noch der Versuch gemacht werden, aus diesen kurzen Beobachtungszeiten die jährliche Periode der Windgeschwindigkeit zu bestimmen.

Aus den Monatsmitteln der Tabelle 22 wurde die Gleichung berechnet:

$$y = 25\cdot 53 + 6\cdot 449 \sin (96^\circ\ 23' + x.30^\circ) + 0\cdot 650 \sin (317^\circ\ 7' + x.60^\circ) + 1\cdot 200 \sin (25^\circ\ 31' + x.90^\circ),$$

wobei $a_1 = 6\cdot 408,\ a_2 = -0\cdot 442,\ a_3 = 0\cdot 517,$

$b_1 = -0\cdot 717,\ b_2 = 0\cdot 476,\ b_3 = 1\cdot 083$

und daraus nachfolgender Gang bestimmt:

Jährlicher Gang der Windgeschwindigkeit.

Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober	Nov.	Dez.
32·01	32·00	28·23	24·17	22·03	20·07	18·16*	19·45	24·10	27·77	28·65	29·72
6·48	6·47	2·70	— 1·36	— 3·50	— 5·46	— 7·37*	—6·08	—1·43	2·24	3·12	4·19

Diese Werte zeigen eine deutlich ausgeprägte einfache jährliche Periode. Das in den unausgeglichenen Werten schwach ausgeprägte sekundäre Maximum im Oktober verschwindet und ist in der berechneten Gangkurve nur durch eine leichte Ausbiegung der Kurve noch ersichtlich.

Das Maximum der Windgeschwindigkeit fällt Ende Jänner, das Minimum im Juli. Die Monate des Sommerhalbjahres, April bis inklusive September, liegen unter dem Mittelwert, während die Monate des Winterhalbjahres, Oktober bis inklusive März, größere Windgeschwindigkeiten zeigen, als das Jahresmittel beträgt. Die Jahresschwankung, durch die Amplitude dargestellt, beträgt 13·85, durch den Quotienten 1·76.

Tägliche Periode bei stürmischer Windgeschwindigkeit.

Um die tägliche Periode der Windgeschwindigkeit bei stürmischer Windstärke zu untersuchen, wurden jene ganzen Tage herausgeschrieben, an welchen die mittlere Windgeschwindigkeit 50 *km* pro Stunde erreichte oder überschritt.

In diesem fünfjährigen Beobachtungszeitraum konnten 149 solcher stürmischer Windtage herangezogen werden, die sich in nachfolgender Weise auf die einzelnen Monate verteilen.

Häufigkeit stürmischer Tage.

Tagesmittel der Windgeschwindigkeit $\geqq$ 50 *km*/St., 5 Jahre.

Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober	Nov.	Dez.
33	26	10	8	5	1*	2	4	11	**18**	11	20

Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Winterhalbjahr	Sommerhalbjahr	Jahr
79	23	7	40	118	31	149

Die größte Anzahl von Sturmtagen fällt auf den Jänner, im Mittel 6·6 Tage, d. i. auf je 10 Tage 2 Tage mit stürmischer Windstärke. Die geringste Anzahl ist im Juni zu bemerken, da in allen 5 Jahren nur einmal in diesem Monate das Mittel der Windgeschwindigkeit 51 *km*/St. erreichte. Ein zweites Maximum läßt sich im Oktober entnehmen, im Mittel 3·6 Tage, d. i. auf je 10 Tage 1 Sturmtag.

Von sämtlichen 149 Sturmtagen fallen 53% auf den Winter, 27% auf den Herbst, 15% sind im Frühlig und 5% im Sommer zu entnehmen.

In den zwei nachfolgenden Tabellen 25 und 26 ist der tägliche Gang nach Ausscheidung der unperiodischen Änderung für die einzelnen Monate und Jahreszeiten zur Darstellung gebracht.

Aus den Ergebnissen der einzelnen Monate läßt sich hervorheben, daß das Maximum im allgemeinen in den letzten Vormittagsstunden zu bemerken ist, nur gegen den Sommer hin rückt das Maximum auf die Morgenstunden. Vom Oktober bis April fällt die größte mittlere Windgeschwindigkeit auf 11^h vormittags, im Mai wie auch im August und September auf 9^h vormittags und im Juni und Juli auf 3^h morgens. Das Minimum liegt vom September bis März vor Mitternacht, verlegt sich in den wärmeren Monaten auf die Abendstunden, um im Juni und Juli um 6^h, beziehungsweise 5^h nachmittags einzutreffen.

Analoge Verteilung ergibt sich aus der Tabelle der Jahreszeiten. Im Winter fällt an Sturmtagen das Maximum der Windgeschwindigkeit auf 11^h, im Sommer, da der tägliche Gang des August in den Mittelwerten zur Geltung gelangt, auf 9^h vormittags, das Minimum im Winter um Mitternacht, im Sommer um 6^h nachmittags. Die Werte, nach Winter- und Sommerhalbjahr vereinigt, ergeben in beiden Jahreshälften an Sturmtagen die gleiche Periode: Maximum der Windgeschwindigkeit um 11^h vormittags, Minimum um Mitternacht. Nur sind im Winterhalbjahr größere Windgeschwindigkeiten als der entsprechende Mittelwert von 6^h morgens bis 6^h abends zu bemerken, während im Sommerhalbjahr diese größeren Windstärken auf die Zeit von 3^h morgens bis 1^h nachmittags fallen.

Tabelle 25.

Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit an stürmischen Tagen.

Kilometer pro Stunde.

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober	Nov.	Dez.
	Anzahl der Tage											
	33	26	10	8	5	1	2	4	11	18	11	20
1^h a.	66·5	59·8	49·2	55·4	53·6	64·0	57·0	44·5	49·9	54·6	55·3	54·5
2	68·0	60·2	50·1	57·0	51·2	59·4	62·5	52·3	51·9	57·9	60·0	55·4
3	71·2	59·9	51·0	56·3	57·0	**68·9**	**65·5**	57·5	55·6	58·4	62·1	56·0
4	73·2	59·4	54·4	54·4	58·0	66·3	59·5	59·3	56·4	58·6	63·5	57·2
5	74·4	58·4	54·2	52·7	61·8	64·8	60·0	62·5	61·5	57·0	63·8	59·4
6	74·5	62·9	57·6	51·5	61·6	62·3	64·0	67·8	62·4	59·2	64·7	61·8
7	74·6	63·2	60·9	52·4	64·2	60·7	65·0	67·0	62·8	61·2	67·4	64·9
8	74·5	65·7	60·0	51·6	68·8	57·2	64·0	74·5	64·6	61·1	69·6	66·9
9	75·5	65·6	56·4	51·7	**69·8**	61·6	62·5	**77·5**	**66·3**	63·7	74·3	69·6
10	75·3	60·4	55·7	56·5	63·0	63·1	58·5	73·3	65·7	63·0	75·3	71·8
11	**76·1**	**67·5**	60·8	**59·1**	66·8	56·6	57·0	74·5	65·8	**65·8**	**79·5**	**72·8**
12	73·2	66·0	**64·9**	59·0	62·2	50·0	52·0	65·5	64·6	65·2	77·0	68·5
1^h p.	72·4	65·6	60·3	58·5	59·0	43·4	51·0	63·0	61·8	61·6	77·2	67·3
2	70·9	63·6	56·8	55·4	55·8	28·9	44·0	64·8	56·8	60·3	74·7	67·6
3	69·2	62·3	55·5	53·5	50·4	26·4	44·0	53·0	53·0	58·3	75·5	65·2
4	71·2	62·7	57·0	57·1	49·0	23·8	42·5	62·5	53·5	60·9	73·7	64·4
5	69·1	64·8	53·6	54·7	47·0	19·3	39·0*	54·3	53·5	58·9	68·6	64·3
6	70·0	64·3	52·0	55·3	50·2	6·7*	45·0	48·0	53·5	60·0	67·4	64·4
7	71·6	63·8	50·9	53·3	53·6	42·2	47·0	44·3	54·1	58·2	68·1	63·3
8	71·2	61·5	50·4	51·4*	46·8	59·7	44·0	41·8	53·5	60·2	62·7	60·7
9	71·0	62·2	53·5	56·0	45·2*	58·1	46·5	40·0*	54·4	62·9	58·9	63·6
10	69·3	61·3	53·6	60·5	51·4	57·6	48·5	45·3	51·6	59·6	58·7	56·8
11	67·1	59·5	49·8	58·9	48·8	58·0	50·5	48·8	49·7	57·3	58·1	54·3
12	65·4*	57·3*	47·4*	57·5	51·4	55·5	46·5	40·8	46·9*	53·6*	54·7*	53·2*
Mittel	71·5	62·4	54·8	55·4	56·1	50·6	53·2	57·6	57·1	59·9	67·1	62·7

Tabelle 26.

Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit an stürmischen Tagen.

Kilometer pro Stunde.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Winter- halbjahr	Sommer- halbjahr	Jahr	Jahr, berechnet	
	Anzahl der Tage								
	79	23	7	40	118	31	149		
1h a.	61·3	52·3	50·9	53·5	58·7	52·1	57·3	57·40	— 5·25
2	62·3	52·7	56·1	56·9	60·4	54·1	59·0	58·49	— 4·16
3	63·6	54·1	61·4	58·7	61·6	57·3	60·7	60·01	— 2·64
4	64·6	55·2	60·3	59·3	62·7	57·0	61·5	61·57	— 1·08
5	65·3	55·3	62·1	60·1	63·0	59·5	62·2	62·93	0·28
6	67·4	56·3	65·9	61·6	65·1	60·2	64·1	64·09	1·44
7	68·4	58·7	65·6	63·3	66·6	61·0	65·4	65·20	2·55
8	69·7	59·0	69·0	64·4	67·6	62·9	66·6	66·35	3·70
9	70·7	57·7	**71·0**	67·3	68·8	64·2	67·8	67·47	4·82
10	69·5	57·6	67·6	67·1	67·9	63·3	66·9	68·27	5·62
11	**72·4**	61·5	67·0	**69·6**	**71·1**	**64·5**	**69·6**	**68·39**	**5·74**
12	69·6	**62·3**	59·4	68·3	69·2	61·6	67·6	67·64	4·99
1h p.	68·9	59·4	56·7	65·9	67·8	59·4	66·0	66·14	3·49
2	67·7	56·1	53·7	63·3	66·3	55·6	64·1	64·32	1·67
3	65·9	53·7	46·6	61·6	64·8	51·3	62·0	62·73	0·08
4	66·7	55·3	51·3	62·4	65·6	53·2	63·0	61·79	— 0·86
5	66·4	52·6	44·9	60·1	64·4	50·8	61·6	61·56*	— 1·09*
6	66·7	52·7	41·3*	60·2	64·5	50·6	61·6	61·76	— 0·89
7	66·9	52·3	44·7	59·8	64·3	51·7	61·7	**61·86**	**— 0·79**
8	65·3	50·0*	45·0	59·1	63·0	50·0	60·3	61·44	— 1·21
9	66·2	52·6	44·4	59·5	63·9	51·1	61·3	60·39	— 2·26
10	63·5	55·5	48·0	57·2	61·6	53·1	59·8	58·98	— 3·67
11	61·4	52·7	50·6	55·4	59·4	52·1	57·9	57·71	— 4·94
12	59·6*	51·8	44·6	52·1*	57·2*	49·8*	55·7*	57·11*	— 5·54*
Mittel	66·3	55·3	55·3	61·1	64·4	56·1	62·7	62·65	2·86

Die Schwankung in der täglichen Periode ist auch an den Sturmtagen im Sommer größer als im Winter.

Vergleichen wir diese Ergebnisse mit denen des allgemeinen täglichen Ganges der Windgeschwindigkeit, so ergibt sich vorerst, daß an den Tagen mit stürmischer Windstärke die tägliche Periode einfacher ist, mit nur einem Maximum gegen Ende des Vormittags; das im allgemeinen Gange in den Morgenstunden zur Geltung kommende zweite Maximum verschwindet hier.

Die tägliche Schwankung ist an Sturmtagen bedeutend größer als im allgemeinen täglichen Gange der Windgeschwindigkeit.

Die tägliche Amplitude an Sturmtagen ist im Winter viermal so groß als die aus sämtlichen Beobachtungen resultierende, im Sommer sogar achtmal größer. In den stürmischen Tagen des Winters wird der Quotient zwischen dem Maximum und Minimum im täglichen Gange um 9% größer als der Quotient in der täglichen Periode des allgemeinen Mittels, im Sommer um 41%.

Tägliche Schwankung.

	Sämtliche Tage		Sturmtage	
	Amplitude	Quotient	Amplitude	Quotient
Winter	3·3	1·11	12·8	1·21
Frühling	2·6	1·11	12·3	1·25
Sommer	3·8	1·22	29·7	1·72
Herbst	4·5	1·19	17·5	1·34
Winterhalbjahr	3·3	1·12	13·9	1·24
Sommerhalbjahr	3·5	1·18	14·7	1·30
Jahr	3·1	1·13	13·9	1·25

Für den täglichen Gang an Sturmtagen im Jahresmittel resultiert nachfolgende periodische Funktion:

$$y = 62\cdot65+4\cdot571 \sin(302°\ 15'+x.15°)+1\cdot308 \sin(222°\ 5'+x.30°)+0\cdot920 \sin(326°\ 48'+x\cdot45°),$$

wobei

$$a_1 = -3\cdot866,\quad a_2 = -0\cdot877,\quad a_3 = -0\cdot504,$$
$$b_1 = 2\cdot439,\quad b_2 = -0\cdot971,\quad b_3 = 0\cdot770,$$

aus welcher sich die tägliche Periode, wie sie in den zwei letzten Kolumnen der Tabelle 26 dargestellt ist, berechnen läßt.

Im allgemeinen mittleren Gang der Windgeschwindigkeit erhebt sich die Gangkurve vor Mitternacht über den Mittelwert, erreicht das erste Maximum um 4^h früh, das zweite um 9^h vormittags und sinkt nach Mittag unter denselben, während an Sturmtagen die Gangkurve von 5^h früh bis 3^h nachmittags sich über den Mittelwert erhebt und nur ein Maximum um 11^h vormittags aufweist. Die für andere Orte an stürmischen Tagen nachgewiesene Verfrühung des Maximums findet hier nicht statt.

Die mittlere Ordinate der Gangkurve sämtlicher Tage beträgt 0·92, die an Sturmtagen ist mehr als dreimal so groß, 2·86.

Die hier an Sturmtagen resultierende Gleichung stimmt mit der für Triest[1] an stürmischen Boratagen berechneten überein, wobei zu erinnern ist, daß in Triest fast alle stürmischen Windstärken der Borarichtung zukommen:

Die Gleichung für den täglichen Gang der stürmischen Bora (Mittel $\geqq$ 50 *km*) in Triest lautet:

$$y = 60\cdot64+3\cdot008 \sin(289°\ 41'+x.15°)+0\cdot865 \sin(223°\ 50'+x.30°)+0\cdot195 \sin(321°\ 40'+x.45°).$$

Die Amplituden aller drei Glieder sind zu Porer größer, die Phasenzeiten des zweiten und dritten Gliedes stimmen vollkommen überein, die des ersten Gliedes zeigt für Porer eine kleine Verfrühung um 12·6°, d. h. 50 Minuten.

Die tägliche Gangkurve der Sturmtage zu Porer zeigt gegen 7^h abends ein sekundäres schwaches Maximum, welches bei den stürmischen Bora- und Sciroccotagen, die nun zur Besprechung gelangen, deutlicher zum Ausdruck kommen wird.

---

[1] Untersuchungen über den täglichen und jährlichen Gang der Windgeschwindigkeit zu Triest. Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien, mathem.-naturw. Klase, Bd. C, Abt. II a, Dezember 1891, p. 1380.

Stürmische Bora- und Sciroccotage.

Um zu entscheiden, in welchem Maße die vorherrschenden Windrichtungen an der täglichen Periode stürmischer Tage teilnehmen, wurde für die stürmischen Tage noch eine Trennung nach den zwei häufigsten und charakteristischesten Winden, der Bora und dem Scirocco, vorgenommen.

Um aus diesem fünfjährigen Zeitraum doch eine genügende Anzahl von Beobachtungstagen zur Mittelbildung zu erhalten, wurden als stürmische Tage jene betrachtet, an denen das Maximum mindestens 50 *km* pro Stunde erreichte.

Als stürmische Boratage wurden jene bezeichnet, an welchen zu allen 24 Stunden des Tages Winde aus dem ersten Quadranten wehten. Größtenteils waren die Richtungen ENE und NE vertreten. Falls an einzelnen Stunden naheliegende Windrichtungen, wie NNW oder ESE, zur Aufzeichnung gelangten, so wurden diese Tage noch mitberücksichtigt, aber nur dann, wenn diese Richtungen nur die eine oder die andere Stunde registriert wurden, der weitaus überwiegende Teil des Tages aber einen ausgesprochenen Boracharakter zeigte.

Unter Zuhilfenahme des Stundenwertes der vorangehenden Mitternacht wurde die unperiodische Schwankung eliminiert; die erhaltenen Monatsmittel finden sich in Tabelle 27.

Tabelle 27.

Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit bei stürmischer Bora.

5 Beobachtungsjahre, 1903 bis 1907. Kilometer pro Stunde.

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
	Anzahl der Tage											
	40	31	21	17	8	6	5	11	22	24	19	29
1^h a.	61·6	55·7	43·1	43·8	41·6	32·7	44·0	37·4	44·6	43·6	45·1	52·2
2	62·8	54·5	42·4	46·2	48·1	35·0	43·4	39·5	48·1	46·1	50·9	51·7
3	65·6	53·5	43·0	46·2	56·4	39·0	45·4	41·3	50·6	47·5	51·5	52·9
4	67·0	52·0	44·9	46·1	54·4	44·8	42·2	42·3	51·4	47·0	49·0	54·9
5	67·7	51·7	45·7	46·9	56·4	48·2	43·8	41·7	53·1	47·8	50·3	55·0
6	67·5	54·1	45·5	45·7	57·3	52·5	51·0	44·5	53·0	49·5	**52·3**	**56·7**
7	67·3	54·5	47·1	47·6	60·8	51·3	50·8	45·1	53·7	52·8	49·2	56·2
8	66·9	56·3	**48·9**	46·6	64·0	54·5	50·6	45·7	**53·8**	56·7	50·1	56·4
9	**67·9**	57·9	48·6	49·9	**64·3**	**56·7**	**53·4**	**49·5**	53·5	**58·6**	49·3	56·3
10	67·4	54·2	45·3	46·5	58·9	56·0	52·0	48·2	52·3	56·4	50·9	56·2
11	67·8	**59·0**	46·6	49·6	59·4	50·8	51·8	48·5	51·4	57·7	51·7	56·4
12	65·3	58·4	46·3	**50·8**	57·0	47·8	47·6	42·6	49·0	54·6	47·5	51·8
1^h p.	64·0	57·1	45·0	46·4	53·6	44·7	46·0	39·5	46·7	52·7	46·4	51·9
2	62·3	54·8	43·5	43·4*	49·0	38·5	43·2	36·9	42·4	52·3	46·2	50·9
3	60·9	52·4	42·0	43·4	43·5	36·7	43·6	34·1	40·0	50·4	44·1	48·2*
4	62·4	51·9*	43·1	46·9	42·0	33·5	41·8	37·7	39·6	51·0	44·1	50·2
5	59·8*	51·9	40·4*	44·2	40·1	32·0	40·8	34·5	38·4*	49·4	45·1	49·8
6	60·4	52·9	41·0	46·0	41·4	27·8	44·0	35·3	38·5	48·6	48·7	52·3
7	62·5	54·4	41·2	46·4	42·6	29·8	44·4	34·0*	40·8	48·8	45·1	52·4
8	63·2	52·2	42·9	47·5	39·1*	29·3	41·0	34·6	40·9	48·5	41·7*	51·3
9	64·3	53·1	45·4	47·6	41·3	28·7	41·8	36·3	43·4	51·4	42·1	51·7
10	63·8	54·0	44·6	46·1	44·6	25·2	44·4	38·9	44·1	49·5	45·7	50·8
11	62·1	53·5	44·2	45·9	41·5	24·0*	42·0	38·6	43·8	47·4	44·2	50·4
12	61·0	53·9	42·4	44·9	42·4	25·0	40·6*	37·6	43·1	42·8*	45·9	51·2
Mittel	64·2	54·3	44·3	46·4	50·0	39·3	45·4	40·2	46·5	50·5	47·4	52·8

Die einzelnen Boratage wurden auch nach Jahreszeiten gruppiert und ebenso die Trennung nach dem Winterhalbjahr und Sommerhalbjahr vorgenommen und das Jahresergebnis zusammengestellt, (siehe Tabelle 28), bei sämtlichen Reihen nach Ausscheidung der unperiodischen Änderung.

Tabelle 28.

Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit bei stürmischer Bora.

5 Beobachtungsjahre, 1903 bis 1907. Kilometer pro Stunde.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Winter- halbjahr	Sommer- halbjahr	Jahr
	Anzahl der Tage						
	100	46	22	65	164	69	233
1^h a.	57·1	43·1	37·6	44·4	51·9	41·8	48·9
2	57·0	44·8	39·1	48·2	52·8	44·8	50·5
3	58·1	46·5	41·6	49·7	53·9	47·3	51·9
4	58·8	47·0	43·0	49·1	54·2	47·7	52·3
5	59·0	48·0	44·0	50·4	54·7	49·0	53·0
6	60·2	47·6	48·1	51·5	55·8	50·1	54·1
7	60·1	49·7	48·1	52·0	56·1	51·2	54·7
8	60·6	50·7	49·2	53·8	57·3	51·8	55·7
9	61·5	**51·8**	**52·3**	**54·2**	**58·0**	**53·5**	**56·7**
10	60·0	48·1	51·2	53·4	56·6	51·3	55·0
11	**61·9**	49·9	49·9	53·8	**58·1**	51·4	56·1
12	59·3	49·8	45·2	50·6	55·6	49·1	53·7
1^h p.	58·3	47·0	42·4	48·8	54·4	46·0	51·9
2	56·7	44·4	38·8	47·1	53·1	42·2	49·9
3	54·6	42·8	36·7	45·0	51·1	40·2	47·9
4	55·6	44·3	37·5	45·1	52·0	41·0	48·7
5	54·4*	41·7*	35·3	44·4	50·8*	39·0*	47·3*
6	55·8	42·9	35·2	45·2	52·0	39·6	48·3
7	57·1	43·4	35·2	45·0	52·4	40·6	48·9
8	56·3	43·9	34·6*	44·0	51·8	40·3	48·4
9	57·2	45·5	35·5	46·0	**53·1**	41·7	49·7
10	57·0	45·2	36·4	46·6	53·0	**42·2**	**49·8**
11	56·0	44·4	35·4	45·2	51·9	41·4	48·8
12	56·0	43·3	34·9	43·8*	51·2*	40·9*	48·1*
Mittel	57·9	46·1	41·1	48·2	53·8	45·2	51·3

Im ganzen konnten aus diesen fünfjährigen Beobachtungen 233 Tage herangezogen werden. Für ein mittleres Jahr ergeben sich nachfolgende Frequenzgrößen:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Anzahl der stürmischen Boratage	**8·0**	6·2	4·2	3·4	1·6	1·2	1·0*	2·2	4·4	4·8	3·8	5·8	46·6

Die größte Anzahl stürmischer Boratage fällt auch auf Porer im Jänner, im Mittel 8 Tage pro Jahr. Es zeigt sich sodann eine regelmäßige Abnahme bis zur geringsten Häufigkeit im Juni und Juli, in welchen Monaten durchschnittlich nur ein stürmischer Boratag pro Jahr vorkommt. Die Häufigkeiten nehmen sodann regelmäßig gegen den Winter hin zu, nur im November ist eine kleinere Häufigkeit als im September und Oktober zu bemerken.

Aus der Tabelle 27 läßt sich durch alle Monate annähernd dieselbe tägliche Periode der Windgeschwindigkeit entnehmen; das Maximum liegt vormittags, das Minimum nachmittags.

In der Tabelle 28 ersehen wir in den vier Jahreszeiten bereits einen recht regelmäßigen täglichen Gang, welcher in den zwei Jahreshälften, wofür 164, beziehungsweise 69 Tage zur Verfügung stehen, noch regelmäßiger wird. Sowohl im Winter- als auch im Sommerhalbjahr und demnach auch im Jahresdurchschnitt ergibt sich eine tägliche Periode mit einem Maximum um 9^h vormittags und einem Minimum um 5^h nachmittags. Zwischen 9^h und 10^h abends steigt die Windgeschwindigkeit zu einem sekundären Maximum an, um zu Mitternacht das sekundäre Minimum zu erreichen. Der Einfluß der Jahreszeit im täglichen Gange der Windgeschwindigkeit verschwindet an stürmischen Boratagen. Infolge dieser großen Übereinstimmung der Winter- und Sommergangkurven wurde der tägliche Gang aus den Jahresdurchschnittswerten berechnet, mithin aus sämtlichen 233 Beobachtungstagen.

Tabelle 29.

Berechneter täglicher Gang der Windgeschwindigkeit.

	Stürmische Bora		Stürmischer Scirocco	
1^h a.	49·31	— 1·95	39·57*	— 4·66*
2	50·21	— 1·05	39·91	— 4·32
3	51·29	0·03	40·41	— 3·82
4	52·36	1·10	40·79	— 3·44
5	53·30	2·04	41·06	— 3·17
6	54·13	2·87	41·48	— 2·75
7	54·89	3·63	42·33	— 1·90
8	55·58	4·32	43·73	— 0·50
9	**56·04**	**4·78**	45·46	1·23
10	56·03	4·77	47·08	2·85
11	55·32	4·06	48·11	3·88
12	53·89	2·63	**48·31**	**4·08**
1^h p.	51·96	0·70	47·82	3·59
2	49·97	— 1·29	47·08	2·85
3	48·43	— 2·83	46·58*	2·35*
4	47·65*	— 3·61*	46·59	2·36
5	47·67	— 3·59	47·00	2·77
6	48·22	— 3·04	**47·37**	**3·14**
7	48·88	— 2·38	47·20	2·97
8	**49·28**	**— 1·98**	46·20	1·97
9	49·28	— 1·98	44·47	0·24
10	49·00	— 2·26	42·46	— 1·77
11	48·75*	— 2·51*	40·75	— 3·48
12	48·80	— 2·46	39·76	— 4·47
Mittel	51·26	2·58	44·23	2·86

Die erhaltene Gleichung für den täglichen Gang der Windgeschwindigkeit bei stürmischer Bora ist nachfolgende:

$$y = 51\cdot 26 + 3\cdot 734 \sin(343^\circ\, 20' + x.15^\circ) + 1\cdot 402 \sin(206^\circ\, 34' + x.30^\circ) + 0\cdot 624 \sin(335^\circ\, 59' + x.45^\circ)$$

$$a_1 = -1\cdot 071, \quad a_2 = -0\cdot 627, \quad a_3 = -0\cdot 254,$$

$$b_1 = 3\cdot 578, \quad b_2 = -1\cdot 254, \quad b_3 = 0\cdot 570.$$

Die daraus berechneten Werte finden sich in der Tabelle 29, erste und zweite Kolumne. Der Verlauf der Gangkurve ist ein sehr regelmäßiger. An stürmischen Boratagen steigt die Geschwindigkeit von 3^h morgens an über den Mittelwert, um nach 1^h nachmittags unter denselben zu sinken. Die größte Windstärke wird um 9^h vormittags verzeichnet, während die kleinste auf 4^h nachmittags fällt. Die kleine Zunahme in den letzten Tagesstunden fällt zwischen 8 und 9^h abends, das sekundäre Minimum auf 11^h nachts.

Das Maximum erhebt sich um einen größeren Betrag über den Mittelwert, als das Minimum unter denselben sinkt, 4·8 gegen —3·6.

Das an stürmischen Boratagen auf 9^h a. fallende Maximum verursacht offenbar das 9^h-Maximum im allgemeinen täglichen Gange. Dafür spricht auch, daß im Winterhalbjahr bei dem allgemeinen Gange der Windgeschwindigkeit dieses zweite vormittägige Maximum stärker zur Geltung kommt als im Sommerhalbjahr, wo die Anzahl stürmischer Boratage bedeutend geringer ist, 69 gegen 164 Tage.

Im Vergleich zum täglichen Gange an sämtlichen Sturmtagen läßt sich eine gewisse Ähnlichkeit bemerken, nur findet bei der Bora eine Verfrühung des Maximums statt, 9^h a. statt 11^h a. Die Geschwindigkeiten, größer als der entsprechende Mittelwert, liegen bei der Bora von 3^h a. bis 1^h p., während an den Sturmtagen ohne Rücksicht auf die Windrichtung die positiven Ordinaten der täglichen Gangkurve von 5^h a. bis 3^h p. zu entnehmen sind.

Die größte mittlere Geschwindigkeit wird an den Boratagen des Winters erreicht, die kleinste im Sommer. Die Schwankung der täglichen Periode steht im umgekehrten Verhältnis zur Windgeschwindigkeit, sie ist im Sommer am größten, im Winter am kleinsten.

	Mittlere Windgeschwindigkeit	Amplitude	Quotient
Winter	**57·9**	7·5*	1·14*
Frühling	46·1	10·1	1·24
Sommer	41·1*	**17·7**	**1·51**
Herbst	48·2	10·4	1·24
Winterhalbjahr	53·8	7·3	1·14
Sommerhalbjahr	45·2	14·5	1·37
Jahr	51·3	9·4	1·20

Die Schwankungen in der täglichen Periode an stürmischen Boratagen ist größer als beim allgemeinen täglichen Gange der Windgeschwindigkeit. Aus den einfachen Mittelwerten ergeben sich nachfolgende Quotienten:

	Winter-	Sommer-	Jahr
	halbjahr		
Allgemeiner Gang	1·12	1·18	1·13
Boratage	1·14	1·37	1·20

An den stürmischen Tagen, ohne Rücksicht auf die Windrichtung mit einer mittleren Geschwindigkeit $\geqq$ 50 *km*/St., ist die Schwankung größer ist als an den hier in Betracht gezogenen Boratagen (Maximum der Geschwindigkeit $\geqq$ 50 *km*/St.), 1·25 gegen 1·20.

Analog dem Vorgang bei der Auswahl der Boratage wurden als stürmische Sciroccotage jene betrachtet, an welchen durch alle 24 Stunden eines Tages Winde aus dem zweiten Quadranten wehten und hierbei mindestens ein Maximum von 50 *km*/St. erreichten. Im ganzen konnten 71 Tage herangezogen werden. In den Sommermonaten Juli und August war in allen 5 Beobachtungsjahren kein einziger Tag, an welchem durch alle 24 Stunden, von Mitternacht bis Mitternacht, Windrichtungen aus dem zweiten Quadranten vorherrschten. Die größte Anzahl stürmischer Sciroccotage fallen auf den Oktober, Februar und März.

Nach Eliminierung der unperiodischen Änderunden wurde der tägliche Gang für die einzelnen Monate wie für die Jahreszeiten bestimmt (siehe Tabelle 30 und 31).

Tabelle 30.

Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit bei stürmischem Scirocco.

5 Beobachtungsjahre, 1903 bis 1907. Kilometer pro Stunde.

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober	Nov.	Dez.
	Anzahl der Tage											
	4	9	9	8	8	2	0	0	3	13	8	7
1h a.	30·0	54·3	35·8	34·9	39·8	29·5	.	.	33·3	44·3	38·5*	39·0
2	33·5	50·7	35·3	35·7	37·4	31·5	.	.	32·7	46·5	39·8	40·0
3	37·3	45·4	36·6	37·5	38·0	33·0	.	.	43·3	46·0	40·3	39·1
4	40·3	43·4	36·9	38·5	35·5	27·0	.	.	43·7	47·2	40·1	42·7
5	**44·5**	41·4*	38·7	36·4	33·6	31·0	.	.	41·3	45·8	38·5*	44·1
6	41·3	43·8	37·0	39·1	32·9	28·0	.	.	42·0	47·8	38·6	46·7
7	37·5	43·8	38·9	42·5	32·9	25·5	.	.	54·3	50·0	46·6	48·6
8	36·8	48·0	38·6	41·9	35·4	28·5	.	.	53·7	48·8	49·4	52·7
9	35·3	48·4	40·9	42·0	34·7	33·0	.	.	57·0	49·7	52·1	56·7
10	32·3	43·6	42·1	43·6	30·5*	27·5	.	.	57·0	49·5	53·4	58·0
11	33·3	**50·8**	**45·2**	**46·0**	33·6	34·0	.	.	**63·0**	50·9	57·6	**59·4**
12	38·5	48·4	44·3	46·0	34·5	39·0	.	.	62·7	**53·2**	59·3	58·6
1h p.	43·5	47·7	43·4	42·4	34·9	40·0	.	.	59·3	52·3	**60·9**	57·4
2	38·3	48·9	39·9	42·9	34·1	47·5	.	.	52·3	51·6	56·6	56·3
3	39·8	50·4	40·4	42·7	32·5	42·0	.	.	47·3	49·1	56·0	54·3
4	44·5	50·3	42·9	44·1	35·1	46·5	.	.	37·3	49·0	58·8	51·9
5	43·3	51·0	43·8	42·7	35·8	**51·0**	.	.	39·3	48·6	56·1	50·6
6	**45·8**	52·4	41·7	43·9	37·3	40·0	.	.	39·7	51·1	55·3	51·7
7	43·0	**54·1**	44·1	**46·4**	37·1	41·0	.	.	45·7	**51·9**	55·5	51·6
8	41·0	50·1	**44·6**	40·6	39·0	31·0	.	.	**47·0**	51·0	50·0	47·4
9	35·3	52·4	40·9	42·1	39·7	36·5	.	.	43·3	49·3	47·6	43·7
10	35·8	52·6	38·7	37·9	39·5	36·0	.	.	40·3	44·2	43·5	44·1
11	28·3	52·8	34·1	35·9	**40·4**	34·5	.	.	33·7	42·5*	46·3	39·7
12	26·8*	53·0	32·2*	34·0*	38·8	23·5*	.	.	32·0*	43·8	43·8	38·7*
Mittel	37·8	49·1	39·9	40·8	36·0	34·9	.	.	45·9	48·5	49·4	48·9

Tabelle 31.

Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit bei stürmischem Scirocco.

5 Beobachtungsjahre, 1903 bis 1907. Kilometer pro Stunde.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Winter- halbjahr	Sommer- halbjahr	Jahr
	Anzahl der Tage						
	20	25	2	24	50	21	71
1h a.	44·1	36·8	29·5	41·0*	41·8	36·0	40·1
2	43·5	36·1	31·5	42·5	42·2	35·5	40·2
3	41·6*	37·3	33·0	43·8	41·6	38·1	40·6
4	42·6	37·0	27·0	44·4	42·3	37·0	40·8
5	43·0	36·3	31·0	42·8	42·2	35·5	40·2
6	44·3	36·4	28·0	44·0	43·0	36·1	40·9
7	44·2	38·1	25·5	49·4	45·1	38·9	43·3
8	47·4	38·6	28·5	49·6	46·5	39·8	44·5
9	48·7	39·3	33·0	51·4	48·1	40·5	45·9
10	46·4	38·9	27·5	51·7	47·5	39·0	45·0
11	50·3	**41·8**	34·0	54·7	50·7	42·6	48·3
12	50·0	41·7	39·0	**56·4**	**51·3**	**43·3**	**48·9**
1h p.	**50·3**	40·4	40·0	56·0	51·3	41·7	48·4
2	49·4	39·0	**47·5**	53·4	49·4	41·3	47·0
3	49·7	38·6	42·0	51·2	48·9*	39·4*	46·1*
4	49·7	40·8	46·5	50·8	49·7	40·0	46·8
5	49·3	40·9	**51·0**	50·0	49·2	40·4	46·6
6	50·9	41·0	40·0	51·0	50·0	40·4	47·1
7	**51·0**	**42·6**	41·0	**52·3**	**50·7**	**42·2**	**48·2**
8	47·4	41·5	31·0	50·2	48·2	40·0	45·8
9	46·0	40·9	36·5	48·0	46·2	40·9	44·6
10	46·3	38·7	36·0	43·5	43·9	38·7	42·4
11	43·3	36·7	34·5	42·6	41·9	37·1	40·5
12	42·8	34·9*	23·5*	42·3	41·3*	34·5*	39·3*
Mittel	46·8	38·9	34·9	48·5	46·4	39·1	44·2

Für ein mittleres Jahr läßt sich nachfolgende Häufigkeit stürmischer Sciroccotage hervorheben:

	Jän.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr.
Anzahl der stürmischen Sciroccotage.	0·8*	**1·8**	**1·8**	1·6	1·6	0·4	0·0*	0·0*	0·6	**2·6**	1·6	1·4	14·2

An Sciroccotagen ist die größere Windstärke tagsüber zu bemerken, beiläufig von 8^h früh bis 9^h abends. Da auch hier das Winter- und Sommerhalbjahr einen ganz übereinstimmenden täglichen Gang zeigen, so wurde die Gleichung für die tägliche Periode aus den Jahresmitteln berechnet. Die Gleichung für den täglichen Gang der Windgeschwindigkeit bei stürmischem Scirocco lautet:

$$y = 44 \cdot 23 + 4 \cdot 157 \sin(249° 58' + x.15°) + 0 \cdot 759 \sin(224° 44' + x.30°) + 1 \cdot 031 \sin(347° 37' + x.45°),$$

$$a_1 = -3 \cdot 905, \quad a_2 = -0 \cdot 534, \quad a_3 = -0 \cdot 221,$$
$$b_1 = -1 \cdot 424, \quad b_2 = -0 \cdot 539, \quad b_3 = \ \ 1 \cdot 007$$

und die darnach berechnete tägliche Periode findet sich in den zwei letzten Kolumnen der Tabelle 29. Durch 13 Stunden sind größere Windgeschwindigkeiten als das Tagesmittel zu bemerken, da die Gangkurve sich gleich nach 8^h früh über den Mittelwert erhebt, um erst nach 9° abends unter denselben zu sinken. Die größte Windgeschwindigkeit ist an stürmischen Sciroccotagen mittags zu entnehmen, die Windstärke nimmt sodann etwas ab, um das zweite Maximum um 6^h abends zu erreichen. Der kleinste Wert fällt auf 1^h nachts.

Entgegengesetzt zur Bora erhebt sich das Maximum um einen geringeren Betrag über den Mittelwert, als das Minimum unter denselben sinkt, 4·1 gegen —4·7.

An stürmischen Boratagen ist demnach die größte Windgeschwindigkeit im Mittel um 9^h vormittags zu bemerken, an stürmischen Sciroccotagen hingegen zu Mittag. Nachmittags nimmt an Boratagen die Geschwindigkeit rasch ab, um gegen 8^h abends wieder etwas anzusteigen, während an Sciroccotagen gegen 3^h und 4^h nachmittags die Geschwindigkeit etwas abnimmt, um neuerdings gegen 6^h abends anzuschwellen, erst dann nimmt die Stärke sehr rasch ab, bis sie den kleinsten Wert nach Mitternacht erreicht.

Die Vereinigung der beiden Gangkurven für Bora und Scirocco gibt eine tägliche Periode, die der früher besprochenen der sämtlichen Sturmtage ähnlich ist, mit dem Hauptmaximum um 11^h a., dem Hauptminimum um Mitternacht, dem sekundären Minimum nach 4^h p., dem sekundären Maximum um 7^h p.

An Sciroccotagen wird die größte Geschwindigkeit im Herbst erreicht, die kleinste im Sommer. Ist im allgemeinen die Windstärke bei Scirocco kleiner als bei Bora, Jahresmittel 44·2 gegen 51·3 *km*/St., so ist im Herbst die mittlere Geschwindigkeit bei Scirocco sogar etwas größer als die an Boratagen, 48·5 gegen 48·2 *km*/St.

	Mittlere Windgeschwindigkeit	Amplitude	Quotient
Winter	46·8	9·4	1·23
Frühling	38·9	7·7	1·22
Sommer	34·9*	27·5	2·17
Herbst	**48·5**	15·4	1·38
Winterhalbjahr	46·4	10·0	1·24
Sommerhalbjahr	39·1	8·8	1·26
Jahr	44·2	9·6	1·24

Betrachten wir die Schwankung der täglichen Periode in den vier Jahreszeiten, so würde sich allerdings auch hier ergeben, daß der kleineren Windgeschwindigkeit des Sommers die größere Schwankung sowohl in der Amplitude als auch im Quotienten der beiden Extreme entspricht, doch muß bedacht werden, daß für den Sommer nur zwei stürmische Sciroccotage zur Verfügung stehen. Werden die zwei Jahreshälften verglichen, so ergibt sich nur bei den Quotienten ein etwas größerer Betrag im Sommer, wo die kleinere Windgeschwindigkeit zu finden ist.

Vergleichen wir nach den berechneten täglichen Perioden die Schwankungen im Jahresmittel für sämtliche Beobachtungstage mit denen der Sturmtage, ohne Rücksicht auf die Windrichtung, und der stürmischen Bora- und Sciroccotage sowohl nach den Quotienten der Extreme als nach den mittleren Ordinaten der Gangkurven:

	Allgemein	Bora	Scirocco	Sturmtage
		Max. ≷ 50 *km*		Mittel ≷ 50 *km*
Quotient	1·12	1·18	1·22	1·20
Mittlere Ordinate . . .	0·92	2·58	2·85	2·86

so ergibt sich, daß die Schwankung an stürmischen Bora- und Sciroccotagen größer wird als im allgemeinen täglichen Gange und daß bei Scirocco die tägliche Schwankung größer ist als bei Bora. Die Amplitude an Sturmtagen liegt zwischen denen der Bora- und Sciroccotage, die mittlere Ordinate der täglichen Gangkurve an Sturmtagen ist nahezu gleich der mittleren Ordinate an stürmischen Sciroccotagen.

Aus einem Vergleich der hier für Porer berechneten Gangkurven für Bora und Scirocco mit den bereits veröffentlichten Werten für Triest [1] und Lesina [2] zeigt sich, daß bei stürmischer Bora die größeren Windstärken in allen drei Orten der Adria von den ersten Morgenstunden bis in die ersten Nachmittagsstunden vorkommen, in Triest von 5^h a. bis 3^h p., in Porer von 3^h a. bis 1^h p. und in Lesina von 4^h a. bis 4^h p. Für Lesina beziehen sich die Werte nur auf das Winterhalbjahr, da im Sommerhalbjahr nur einige stürmische Boratage zur Beobachtung gelangten.

Bora:	Triest	Porer	Lesina
Positive Ordinaten . . .	5^h a.—3^h p.	3^h a.—1^h p.	4^h a.—4^h p.
Maximum	10^h a.	9^h a.	8^h a.
Minimum	(5 p.)	5 p.	—
Maximum	(7 p.)	8 p.	—
Minimum	12 n.	11 p.	12^h n.
Quotient, Max. : Min. . .	1·16	1·18	1·27

Das Maximum wird in Triest um 10^h a. erreicht, in Porer um 9^h a. und in Lesina um 8^h a. Die für Porer nachgewiesenen sekundären Extreme fehlen bei Lesina und auch in Triest in den berechneten Werten. Für Triest ist jedoch in der durch einfache Mittelbildung erhaltenen Periode die Doppelschwankung noch ersichtlich mit den oben eingeklammerten Eintrittszeiten, die mit denen für Porer gefundenen übereinstimmen. In Porer liegt das Hauptminimum um 5^h nachmittags, das in Triest und Lesina auf Mitternacht fallende Minimum ist bei Porer durch das sekundäre Minimum bemerkbar gemacht.

Aus den mitgeteilten Quotienten (Maximum : Minimum der Gangkurve) ist zu ersehen, daß die tägliche Schwankung an Boratagen in Triest am geringsten ist, 1·16, bei Porer etwas größer, 1·18, und bei Lesina am größten, 1·27. Dasselbe Resultat zeigen die Verhältniszahlen zwischen der Amplitude der einfachen Periode und der Windstärke aus den berechneten Gleichungen:

	Triest	Porer	Lesina
Amplitude der einfachen Periode: Mittel der Geschwindigkeit	0·061	0·073	0·097

[1] L. c.

[2] Hann, Der tägliche und jährliche Gang der Windgeschwindigkeit und der Windrichtung auf der Insel Lesina. Annalen der Hydrographie und der maritimen Meteorologie, 16. Jahrgang, 1888, p. 38.

Auch beim Scirocco resultiert zu Lesina nur eine einfache Schwankung; die bei Porer nachgewiesenen sekundären Extreme fehlen bei Lesina. Sonst zeigen die Gangkurven eine große Ähnlichkeit; bei Porer erhebt sich die Gangkurve von 9^h früh bis 9^h abends über den Mittelwert, in Lesina von 7^h früh bis 7^h abends. Das bei Porer zu Mittag erreichte Hauptmaximum fällt in Lesina auf 1^h nachmittags, das Hauptminimum ist zu Porer um 1^h morgens, in Lesina um 2^h morgens zu bemerken.

Scirocco:	Porer	Lesina
Positive Ordinaten . . .	9^h a.—9^h p.	7^h a.—7^h p.
Maximum	12^h m.	1^h p.
Minimum	3 p.	—
Maximum	6 p.	—
Minimum	1 a.	2^h a.
Quotienten, Max. : Min. .	1·22	1·28

Aus den Quotienten ist für Lesina eine größere tägliche Schwankung als für Porer zu entnehmen, 1·28 gegen 1·22, was auch aus dem Verhältnis der Amplitude der einfachen Periode und der Windstärke resultiert, Porer 0·094, Lesina 0·118. Die Phasenzeiten der täglichen Periode differieren zwischen Porer und Lesina bei der einfachen Tagesschwankung um 1 Stunde (250° und 266°), bei der doppelten täglichen Schwankung um $^1/_2$ Stunde (225° und 211°).

Dauer der Bora und des Scirocco.

Da in den obigen Untersuchungen über Bora und Scirocco nur die Tage berücksichtigt wurden, an welchen von Mitternacht bis Mitternacht die entsprechenden Windrichtungen vorherrschten, so wurden, um die wirkliche Dauer einer anhaltenden Bora oder eines Scirocco zu bestimmen, in den Fällen, an welchen das Maximum der Windstärke mindestens 50 *km*/St. erreichte, alle jene Stunden herangezogen, an welchen diese Windrichtungen vor Beginn oder nach Schluß des stürmischen Tages zur Beobachtung gelangten und überhaupt auch Bruchteile eines Tages berücksichtigt. Hierbei wurde vorerst bestimmt, durch wieviel Stunden die Bora, beziehungsweise Sciroccorichtung anhielten, dann, durch wie viele Stunden in diesen einzelnen Fällen eine Geschwindigkeit von und über 50 *km*/St. erreicht wurde, und schließlich die Dauer einer ununterbrochenen stürmischen Windstärke ($\gtreqless$ 50 *km*/St.).

In den nachfolgenden zwei Tabellen 32 und 33 ist die resultierende Häufigkeit nach bestimmten Schwellenwerten für den fünfjährigen Zeitraum 1903 bis 1907 zusammengestellt.

Für die Bora wäre vorerst hervorzuheben, daß im Sommer und Frühling mehr als die Hälfte aller Fälle eine eintägige Dauer anhaltender Borarichtung nicht überschreitet. Im Sommer sind nur je einmal eine drei- und viertägige Boraperiode zu beobachten gewesen, während im Winter unter 65 Borafällen 15 % mehr als viertägige Dauer zeigten.

In diesen Boraperioden sind im Sommer nur zweimal stürmische Windstärken ($\gtreqless$ 50 *km*/St.) bis zu 24 und 36 Stunden vorgekommen, während im Winter 42 % sämtlicher Boragruppen mehr als 24 Stunden stürmischer Stärke erreichten.

Eine ununterbrochene stürmische Stärke von und über 50 *km*/St. wurde im Sommer nur je einmal durch 18 und durch 36 Stunden beobachtet, im Winter hingegen 18 % der Fälle mit einer ununterbrochenen Sturmstärke von und mehr als 48stündiger Dauer.

Als Grenz- und Mittelwerte ergeben sich die in der Tabelle 34 mitgeteilten Beträge.

Tabelle 32.

Häufigkeit stürmischer Bora,

getrennt nach der

Anzahl der Stunden mit anhaltender Borarichtung.

Stunden	Dezember	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
1— 12	1	1	3	3	5	.	1	2	1	2	1	.	5	8	4	3	20
— 24	6	4	6	7	11	6	7	7	8	2	4	3	16	24	22	9	71
— 36	4	4	2	6	1	2	3	1	6	2	1	2	10	9	10	5	34
— 48	3	2	1	2	1	.	3	2	2	3	2	3	6	3	7	8	24
— 60	.	4	4	2	2	.	.	.	1	1	3	.	8	4	1	4	17
— 72	4	2	1	1	2	1	.	1	.	2	2	2	7	4	1	6	18
— 96	1	1	1	2	.	1	.	1	.	1	1	1	3	3	1	3	10
—120	.	2	.	1	1	1	.	.	.	.	1	1	2	3	.	2	7
—144	1	2	.	.	.	.	.	.	.	2	1	.	3	.	.	3	6
—192	.	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	4
—240	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1	2
Anzahl der Stunden mit einer Geschwindigkeit $\geqq$ 50 *km*/St.																	
1— 6	7	6	6	11	10	7	7	8	9	5	2	2	19	28	24	9	80
— 12	3	1	3	4	6	1	5	1	4	3	2	1	7	11	10	6	34
— 18	3	3	.	3	3	1	2	4	4	2	7	4	6	7	10	13	36
— 24	2	3	1	2	1	1	.	1	.	2	.	1	6	4	1	3	14
— 36	2	2	8	3	1	.	.		1	1	2	4	12	4	1	7	24
— 48	1	1	.	1	2	.	.	.	.	.	.	1	2	3	.	1	6
— 60	1	2	.	.	.	1	.	.	.	.	2	.	3	1	.	2	6
— 72	1	1	.	.	.	.	.	.	.	2	1	.	2	.	.	3	5
— 96	.	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	3
—120	1	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	3
—144	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1
—168	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1
Anzahl der Stunden mit einer ununterbrochenen Geschwindigkeit $\geqq$ 50 *km*/St.																	
1— 3	4	5	2	9	8	6	7	6	7	2	1	1	11	23	20	4	58
— 6	3	2	4	3	5	1	2	3	4	4	1	2	9	9	9	7	34
— 9	2	.	.	4	3	1	2	2	1	1	3	1	2	8	5	5	20
— 12	2	2	4	.	2	1	1	.	2	1	5	2	8	3	3	8	22
— 15	3	.	1	1	2	1	2	2	3	1	3	3	4	4	7	7	22
— 18	.	2	1	2	1	.	.	1	.	3	1	1	3	3	1	5	12
— 21	1	2	3	2	.	.	.	.	.	.	.	.	6	2	.	.	8
— 24	.	3	.	3	.	.	.	.	.	1	.	1	3	3	.	2	8
— 36	3	.	4	.	1	1	.	.	1	2	.	2	7	2	1	4	14
— 48	1	2	2	.	1	.	.	.	.	.	1	.	5	1	.	1	7
— 60	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	1	2
— 72	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	3
— 96	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	2
—120	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
—144	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1
Anzahl der Fälle	21	23	21	24	23	11	14	14	18	15	16	13	65	58	46	44	213

Tabelle 33.

Häufigkeit stürmischen Sciroccos,

getrennt nach der

Anzahl der Stunden mit anhaltender Sciroccorichtung.

Stunden	Dezember	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
1— 12	5	1	5	2	.	.	.	.	2	1	4	5	11	2	2	10	25
— 24	6	2	4	2	3	5	1	1	.	.	4	7	12	10	2	11	35
— 36		2	4	3	1	2	.	.	.	1	3	4	7	6	.	8	21
— 48	2	1	2	2	4	2	1	.	.	.	1	.	5	8	1	1	15
— 60	.	.	.	2	2	.	.	.	.	.	2	.	.	4	.	2	6
— 72	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1
— 96	.	.	1	1	.	1	.	.	.	1	.	1	1	2	.	2	5
—120	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1
Anzahl der Stunden mit einer Geschwindigkeit $\gtreqless$ 50 *km*/St.																	
1— 6	5	3	7	7	4	7	2	1	2	2	5	7	15	18	5	14	52
— 12	3	2	5	2	3	3	.	.	.	1	4	5	10	8	.	10	28
— 18	4	.	2	1	1	.	.	.	.	.	2	2	6	2	.	4	12
— 24	2	1	.	.	1	.	.	.	.	.	1	1	3	1	.	2	6
— 36	.	.	1	2	1	.	.	.	.	.	3	2	1	3	.	5	9*
— 48	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1
— 60	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
— 72	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1
Anzahl der Stunden mit einer ununterbrochenen Geschwindigkeit $\gtreqless$ 50 *km*/St.																	
1— 3	4	1	5	6	3	4	1	1	1	1	4	2	10	13	3	7	33
— 6	1	3	2	2	2	4	1	.	1	2	2	6	6	8	2	10	26
— 9	1	1	4	2	1	1	.	.	.	.	3	4	6	4	.	7	17
— 12	2	.	4	1	1	1	.	.	.	.	2	.	6	3	.	2	11
— 15	3	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	2	3	1	.	2	6
— 18	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	3	.	1	1	.	3	5
— 21	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1	2
— 24	2	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	3	2	.	.	5
— 36	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	.	.	.	4	4
Anzahl der Fälle	14	6	16	12	10	10	2	1	2	3	16	17	36	32	5	36	109

Tabelle 34.

Perioden stürmischer Bora.

	Anzahl der Stunden mit anhaltender Borarichtung			Anzahl der Stunden mit einer Geschwindigkeit $\geqq$ 50 *km*/St.			Maximalanzahl der Stunden mit einer ununterbrochenen Geschwindigkeit $\geqq$ 50 *km*/St.		
	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.
Jänner . . .	**63**	182	9	**37**	158	1	**29**	125	1
Februar . . .	54	185	5	29	108	2	17	39	2
März	38	99	9	12	37	2	9	23	1
April	30	110	3	11	40	1	9	39	1
Mai	36	91	14	10	56	1	7	36	1
Juni	25*	44	9	7*	17	1	6*	15	1
Juli	30	87	8	8	23	1	6*	18	1
August . . .	25*	51	6	9	29	1	8	27	1
September . .	52	136	10	18	66	2	13	32	2
Oktober . . .	50	137	4	23	66	2	15	54	1
November . .	60	205	14	20	42	3	14	36	2
Dezember . .	52	227	12	22	107	1	19	81	1
Jahr	43	227	3	17	158	1	13	125	1

Die durchschnittliche Dauer einer Boraperiode resultiert mit 43 Stunden, darunter 17 Stunden mit einer Windgeschwindigkeit $\geqq$ 50 *km* und 13 Stunden mit einer anhaltenden stürmischen Stärke von und über 50 *km* pro Stunde.

Die den Mittelwerten nach längste Periode einer Bora wurde im Jänner mit einer 63stündigen Dauer beobachtet, die kleinste im Juni und August mit 25 Stunden, wobei im Mittel im Jänner 37 Stunden überhaupt mit stürmischer Stärke und 29 Stunden eines ununterbrochenen Sturmes resultierte, während im Juni bloß 7 Stunden, beziehungsweise 6 Stunden stürmischer Stärke im Mittel sich ergaben. Die längste Dauer einer Boraperiode wurde im Dezember mit 227 Stunden, d. s. 9·5 Tage, gefunden, die kürzeste im April mit nur 3 Stunden.

Für einen Borasturm wurde als die größte Anzahl der Stunden mit stürmischer Stärke 158 bestimmt, d. s. 6·6 Tage, und zwar im Jänner, während im Juni nur 17 Stunden (0·7 Tag) als Maximalwert resultierten.

Eine ununterbrochene Folge stürmischer Windgeschwindigkeiten ($\geqq$ 50 *km*/St.) wurde im Jänner durch 125 Stunden, also durch 5·2 Tage hindurch beobachtet, während im Juni die längste Dauer einer ununterbrochen anhaltenden stürmischen Bora mit nur 15 Stunden, d. s. 0·6 Tage, vorkommt. Andrerseits sind fast in allen Monaten Fälle mit einer nur einstündigen Sturmdauer zu bemerken.

Aus der Häufigkeitstabelle 33 für den Scirocco ersieht man, daß in den drei Sommermonaten dieses fünfjährigen Zeitraumes nur fünfmal eine stürmische Windgeschwindigkeit in dieser Windrichtung zur Beobachtung gelangte, wobei in vier Fällen die gesamte Dauer anhaltender Sciroccorichtung nicht ganz 1 Tag erreichte und hierbei die Periode anhaltender stürmischer Windstärke nicht 6 Stunden überschritt. Im Herbst und Winter kommt die größte Häufigkeit vor. Mehr als 60% der Sciroccofälle erreichen aber überhaupt kaum die Dauer eines Tages. Stürmische Windgeschwindigkeiten bis zu höchstens 24 Stunden wurden im Winter bei 94% der Fälle beobachtet, im Herbst bei 83%, während eine anhaltende Sturmstärke von mehr als 24 Stunden nur im Herbst viermal, also bei 11% der Fälle zu bemerken war.

Analog der Bora wurden auch für den Scirocco die Grenz- und Mittelwerte bestimmt (siehe Tabelle 35).

Tabelle 35.

Perioden stürmischen Sciroccos.

	Anzahl der Stunden mit anhaltender Sciroccobildung			Anzahl der Stunden mit einer Geschwindigkeit $\geqq$ 50 *km*/St.			Maximalanzahl der Stunden mit einer ununterbrochenen Geschwindigkeit $\geqq$ 50 *km*/St.		
	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.
Jänner . . .	23	41	11	8	21	1	7	21	1
Februar . . .	26	78	6	**13**	62	1	8	23	1
März	34	80	6	10	31	1	6	24	1
April	**36**	58	15	10	28	1	**9**	22	1
Mai	34	95	14	5	11	1	5	10	1
Juni	33	45	22	4	5	2	3	4	1
Juli	21	—	—	3	—	—	3	—	—
August . . .	10	10	9	3	4	1	3	4	1
September . .	**41**	78	10	5	9	2	4	6	2
Oktober . . .	**34**	106	12	**15**	41	1	**11**	29	1
November . .	22	84	6	11	34	1	10	31	1
Dezember . .	19	38	4	11	24	2	**11**	24	1
Jahr	28	106	**4**	8	62	1	7	31	1

Die mittlere Dauer einer Sciroccoperiode erreicht 28 Stunden, wobei im Mittel stürmische Windstärken nur durch 8 Stunden vorkommen und ein anhaltender Sciroccosturm nur durch 7 Stunden.

Den Mittelwerten nach wird die längste Sciroccoperiode im April und Oktober erreicht, 36 und 34 Stunden (wenn vom September zufolge der zu geringen Anzahl der Fälle abgesehen wird), wobei im Mittel im Oktober und Februar 15, beziehungsweise 13 Stunden stürmische Windstärken beobachtet wurden. Ein ununterbrochener Sciroccosturm kam, durchschnittlich genommen, im Oktober und Dezember durch 11 Stunden, im April durch 9 Stunden vor.

Die längste Dauer eines Sciroccos fällt auf den Oktober mit 106 Stunden oder 4·4 Tage, die kürzeste auf den Dezember mit 4 Stunden. Die bei Scirocco beobachtete größte Anzahl stürmischer Stunden betrug 62, d. s. 2·6 Tage, und zwar im Februar, während die größte Anzahl aufeinanderfolgender Stunden mit Sturmstärke im November mit 31 Stunden, d. s. 1·3 Tage, resultierte. Im Juli wurde nur einmal stürmischer Scirocco beobachtet, wobei nur durch 3 Stunden stürmische Windstärken anhielten.

Wenn also die Bora bei Porer bis zu 227 Stunden (9·5 Tage) anhalten und bis zu 125 Stunden (5·2 Tage) mit ununterbrochener Sturmstärke wehen kann, erreicht der Scirocco eine Maximaldauer von nur 106 Stunden (4·4 Tage), mit der längsten Dauer einer anhaltenden stürmischen Geschwindigkeit von 31 Stunden (1·3 Tage).

Südwest- und Nordweststürme.

Bei der geringen Anzahl der Stürme aus SW, W und NW ist die Bestimmung einer täglichen Periode für diese Windrichtungen aus fünfjährigen Beobachtungen nicht möglich. In ähnlicher Weise wie für die Bora und den Scirocco wurden für alle Stürme aus dem dritten und vierten Quadranten die einzelnen Fälle herausgeschrieben, ohne Rücksichtnahme auf den Tagesbeginn. Es ergeben sich nachfolgende Häufigkeitszahlen:

Häufigkeit westlicher Stürme.

Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober	Nov.	Dez.	Jahr
8	2	7	5	2	0	5	11	8	13	14	10	85 Fälle

Die größte Anzahl westlicher Stürme fällt auf den November, 14 unter 85 Fällen, d. s. 16 $^0/_0$, kein einzige Weststurm ist im Juni zu bemerken. Nach Jahreszeiten getrennt, kommt die größte Häufigkeit im Herbst, die geringste im Frühling vor.

Nach der Dauer geordnet, zeigt sich, daß Stürme mit anhaltender westlicher Windrichtung in einer Dauer von 12 bis 24 Stunden am häufigsten vorkommen. Solche mit 48stündiger Dauer sind nur im Herbst und Winter zu bemerken.

Häufigkeit westlicher Stürme,

getrennt nach der

Anzahl der Stunden mit anhaltender Windrichtung aus dem dritten und vierten Quadranten.

Anzahl der Stunden	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
1— 6	2	1	5	2	10
— 12	3	2	3	4	12
— 18	4	3	2	13	22
— 24	4	5	3	6	18
— 30	4	3	2	1	10
— 36	.	.	1	1	2
— 42	.	.	.	5	5
— 48	2	.	.	2	4
— 52	1	.	.	1	2
Anzahl der Fälle	20	14	16	35	85

Werden nur die Stunden berücksichtigt mit einer Geschwindigkeit $\gtreqless$ 50 *km,* so ergeben sich nachfolgende Frequenzgrößen, aus welchen zu entnehmen ist, daß die größte Anzahl stürmischer Westwinde auf den Herbst fällt, mit 53 $^0/_0$, speziell auf den November mit 28 $^0/_0$ sämtlicher Stunden stürmischer Stärke.

Südwest- und Nordweststürme.

Anzahl der Stunden mit $\gtreqless$ 50 *km.*

Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober	Nov.	Dez.	Jahr
32	13	18	13	2	0	16	33	39	50	100	41	357

Winter	Frühling	Sommer	Herbst
86	33	49	189

Häufigkeit westlicher Stürme,

getrennt nach der

Anzahl der Stunden mit einer Geschwindigkeit $\geqq$ 50 *km.*

Anzahl der Stunden	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
1— 3	12	12	11	15	50
— 6	4	.	3	11	18
— 9	2	2	1	2	7
—12	1	.	.	5	6
—15	.	.	.	1	1
—18	1	.	1	.	2
—22	.	.	.	1	1

In den 85 Fällen kommen 50 mal stürmische Windstärken durch höchstens 3 Stunden vor. Anhaltende westliche Winde mit einer einzigen Stunde stürmischer Windstärke wurden im Winter unter 20 Fällen fünfmal beobachtet ($25\,^{0}/_{0}$), im Frühling achtmal unter 14 Fällen ($57\,^{0}/_{0}$), im Sommer elfmal unter 16 Fällen ($69\,^{0}/_{0}$), im Herbst sechsmal unter 35 Fällen ($17\,^{0}/_{0}$), mithin unter sämtlichen 85 Fällen 30 mal ($35\,^{0}/_{0}$).

Die Dauer einer ununterbrochenen Sturmstärke bei diesen Windrichtungen zeigt folgende Zusammenstellung:

Häufigkeit westlicher Stürme,

getrennt nach der

Maximalanzahl der Stunden mit ununterbrochener Stärke $\geqq$ 50 *km.*

Anzahl der Stunden	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
1	7	10	11	9	37
2	4	.	1	4	9
3	1	2	1	7	11
4	1	1	1	6	9
5	.	1	.	3	4
6	4	.	1	.	5
7	1	.	.	1	2
8	.	.	.	.	.
9	.	.	1	.	1
10	1	.	.	2	3
11	.	.	.	1	1
12	1	.	.	2	3

Eine länger anhaltende stürmische Windstärke ist bei westlichen Winden sehr selten. Ein ununterbrochener zwölfstündiger Sturm wurde in diesen 5 Jahren nur dreimal beobachtet, zweimal im November und einmal im Jänner. Im Frühling wurde nur einmal ein anhaltender Weststurm durch 5 Stunden und im Sommer durch 9 Stunden registriert.

Als Grenz- und Mittelwerte ergeben sich die in Tabelle 36 mitgeteilten Resultate:

Tabelle 36.

Perioden stürmischer Winde aus dem dritten und vierten Quadranten.

	Anzahl der Stunden mit anhaltender westlicher Richtung			Anzahl der Stunden mit einer Geschwindigkeit $\gtreqless$ 50 *km*/St.		Maximalanzahl der Stunden mit einer ununterbrochenen Geschwindigkeit $\gtreqless$ 50 *km*/St.	
	Mittel	Maximum	Minimum	Mittel	Maximum	Mittel	Maximum
Jänner	22	47	6	4	18	3	12
Februar	(36)	(43)	(29)	7	7	6	6
März	15	28	6	3	7	2	4
April	24	30	19	3	7	2	5
Mai	16	23	8	1	1	1	1
Juni	0	.	.	0	.	0	.
Juli	20	36	1	3	9	3	6
August	12	25	1	3	17	2	9
September	23	50	12	5	11	4	11
Oktober	19	39	5	4	13	3	7
November	**24**	43	4	**7**	22	**5**	12
Dezember	19	52	4	4	10	4	10
Jahr	19	52	1	4	22	3	12

Eine anhaltende westliche Windrichtung, in der Voraussetzung, daß mindestens 1 Stunde mit stürmischer Windstärke zur Beobachtung gelangte, erreicht im Mittel nur eine 19stündige Dauer (0·8 Tage). Stürme aus westlicher Richtung zeigen, durchschnittlich genommen, nur durch 4 Stunden eine Geschwindigkeit von und über 50 *km* und durch 3 Stunden ununterbrochen diese stürmische Windstärke.

Sehen wir vom Februar ab, da in diesem Monate nur zwei Stürme zur Beobachtung gelangten, so ist die längste mittlere Dauer im November zu bemerken, und zwar mit 24 Stunden anhaltender westlicher Windrichtung, 7 Stunden mit stürmischer Stärke und 5 aufeinanderfolgende Stunden einer ununterbrochenen Sturmstärke. Die längste Dauer westlicher Windrichtungen betrug 52 Stunden (Dezember). Die größte Anzahl stürmischer Stunden fällt auf den November mit 22 Stunden. Die längste ununterbrochene Reihe von Stunden stürmischer Westwinde wurde in diesen 5 Jahren nur zweimal mit je 12 Stunden beobachtet, einmal im Jänner und einmal im November.

Aus diesem fünfjährigen Beobachtungszeitraum kann demnach hervorgehoben werden, daß ein Borasturm mit einer anhaltenden Windstärke von $\gtreqless$ 50 *km*/St. durch 125 Stunden, also mehr als 5 Tage hindurch ununterbrochen anhalten kann, ein Sciroccosturm höchstens 31 Stunden, kaum $1^1/_3$ Tage, Stürme aus westlichen Richtungen hingegen höchstens durch 12 Stunden, also $^1/_2$ Tag ununterbrochen stürmische Stärke zeigen.

Ohne Rücksichtnahme auf ihre Dauer sind durchschnittlich pro Jahr 43 Borastürme, 22 Sciroccostürme und 17 westliche Stürme anzunehmen.

Da bei der geringen Anzahl der Stürme aus dem dritten und vierten Quadranten eine weitere Trennung nach jeder einzelnen Richtung für diesen fünfjährigen Zeitraum nicht angezeigt wäre, so wurden, um zu sehen, ob gewisse Tageszeiten von der einen oder anderen westlichen Richtung doch bevorzugt werden, die Fälle mit stürmischer Stärke nach den Tagesstunden und Windrichtungen geordnet.

Die 357 Stunden mit stürmischer Windgeschwindigkeit verteilen sich in nachfolgender Weise auf die einzelnen Windrichtungen:

Häufigkeit der Windstärke $\gtreqless 50$ *km* bei Stürmen aus dem dritten und vierten Quadranten.

Windrichthng	Winter-	Sommer-	Jahr
	halbjahr		
S	45	19	64
SSW	91	30	121
SW	59	9	68
WSW	25	13	38
W	17	12	29
WNW	10	6	16
NW	4	6	10
NNW	3	8	11
Summe	254	103	357

Am häufigsten kommen die stürmischen SSW-Winde zur Geltung, am geringsten die NW-Stürme. Die stürmischen Windstärken in den Richtungen von S über SW bis WNW zeigen eine größere Frequenz im Winter, während die aus der NW- und NNW-Richtung die größere Frequenz im Sommer aufweisen.

Sämtliche stürmische Stunden dieser zwei Quadranten zeigen nachfolgende Verteilung im Laufe des Tages:

$1-3^h$ a.	4—6	7—9	10—12	$1-3^h$ p.	4—6	7—9	10—12
63	61	44	42	40	28*	29	50 Stunden

Das Frequenzmaximum fällt auf 3^h früh, das Minimum auf 6^h abends.

Die Häufigkeit stürmischer Windgeschwindigkeiten, nach Tagesstunden und Windrichtungen getrennt, ist in der nachfolgenden Zusammenstellung ersichtlich:

Häufigkeit stürmischer Windgeschwindigkeiten in Stunden.

	$1-6^h$ a.	7—12	$1-6^h$ p.	7—12	Summe
			Winterhalbjahr		
SW	**73**	43	30*	49	195
W	**24**	13	7*	8	52
NW	0*	2	**3**	2	7
			Sommerhalbjahr		
SW	**21**	16	14	7*	58
W	5	**12**	5*	9	31
NW	1	0*	**9**	4	14
			Jahr		
SW	**94**	59	44*	56	253
W	**29**	25	12*	17	83
NW	1*	2	**12**	6	21

Im Winterhalbjahr und in der Jahressumme fallen die stürmischen Windgeschwindigkeiten aus den SW- und W-Richtungen mit der größten Häufigkeit auf die ersten Tagesstunden von 1^h bis 6^h früh, die kleinste Häufigkeit ist in den ersten Nachmittagsstunden von 1^h bis 6^h p. zu bemerken. Die NW-Richtungen zeigen das entgegengesetzte Verhalten mit dem Frequenzmaximum von 1^h bis 6^h p; im Winterhalbjahr fällt kein einziger stürmischer NW in die Stunden von 1^h bis 6^h früh. Auch im Sommer ist die größte Häufigkeit stürmischer Windgeschwindigkeiten in den SW-Richtungen von 1^h bis 6^h früh zu bemerken, die kleinste in den letzten Stunden des Tages. Die stürmischen Winde aus den W-Richtungen sind im Sommer in den letzten Vormittagsstunden am häufigsten. Die NW-Richtungen zeigen wie im Winter so auch im Sommer die größte Häufigkeit in der ersten Hälfte des Nachmittags, während in den Vormittagsstunden von 4^h bis Mittag in dieser Beobachtungsreihe kein stürmischer NW zur Beobachtung gelangte.

Um die jährliche Periode stürmischer Winde einigermaßen aus dieser kurzen fünfjährigen Beobachtungsreihe ersichtlich zu machen, wurde in der nachfolgenden Tabelle 37 die Anzahl der in den Hauptrichtungen vorkommenden Stunden stürmischer Stärke für ein mittleres Jahr zusammengestellt.

Tabelle 37.

Mittlere Häufigkeit stürmischer Winde $\geqq$50 *km*/St.

	Porer				Triest	Lesina			
	Bora	Scirocco	S-NNW	Summe	Bora	Bora	Scirocco	S-NNW	Summe
Jänner .	**171·4**	9·6*	6·4	**187·4**	**114·0**	**11·2**	28·5	5·3	45·0
Februar .	121·6	**40·0**	2·6	164·2	69·2	7·9	21·6*	3·8	33·3
März . .	55·8	23·8	3·6	83·2	67·0	7·4	52·2	3·3	62·9
April . .	50·8	20·8	2·6	74·2	36·2	5·6	**72·6**	1·4	**79·6**
Mai . . .	22·2	10·8	0·4	33·4	25·6	1·8	58·9	0·7	61·4
Juni . .	19·2*	1·4	0·0*	20·6*	11·4	1·2	23·0	0·3	24·5
Juli . . .	23·4	0·6*	3·2	27·2	11·0*	0·6*	13·7	0·5	14·8
August .	31·2	1·0	6·6	38·8	21·6	0·6	13·7*	0·2*	14·5*
September	54·8	3·0	7·8	65·6	17·0	1·8	19·9	0·2	21·9
Oktober .	**73·4**	**48·4**	10·0	**131·8**	41·8	5·5	42·7	2·8	51·0
November	52·4	36·8	**20·0**	109·2	57·6	**7·8**	**45·2**	6·9	**59·9**
Dezember	91·6	31·4	8·2	131·2	70·4	6·9	32·3	**10·3**	49·5
Jahr . .	767·6	227·6	71·4	1066·8	542·8	58·3	424·3	35·7	518·3

Zum Vergleich wurden die ebenfalls unausgeglichenen Werte für Triest [1] und Lesina [2] nach Reduktion auf ein mittleres Jahr beigefügt.

Die größte Häufigkeit stürmischer Winde wird bei der Bora in allen drei Orten im Jänner erreicht, das Minimum im Juni, beziehungsweise Juli. Zu Porer zeigt sich in diesen Beobachtungen ein sekundäres Maximum im Oktober, bei Lesina im November.

Der Scirocco hat eine doppelte Periode; in Porer ist die größte Häufigkeit in den Monaten Februar bis April und Oktober bis Dezember zu bemerken, mit den Maxima im Februar und Oktober; in Lesina kommt in den Monaten März bis Mai und Oktober, November die größte Anzahl stürmischer Stunden vor,

[1] Der tägliche Gang der Häufigkeit und Stärke der einzelnen Windrichtungen zu Triest. Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien, mathem.-naturw. Klasse, Bd. C, Abt. II a. März 1891, p. 304.

[2] Hann, l. c., p. 300.

die Maxima fallen auf den April und November. Das Hauptminimum ist in Porer im Juli, in Lesina im August zu entnehmen, das Nebenminimum im Jänner, beziehungsweise Februar.

Die Winde aus dem dritten und vierten Quadranten zeigen eine einfache Periode; Porer hat das Maximum im November, Lesina im Dezember, das Minimum ist bei Porer im Juni, bei Lesina im August.

Für die jährliche Periode sämtlicher stürmischer Winde sind natürlich die vorherrschenden Windrichtungen maßgebend, infolgedessen ist bei Porer das Hauptmaximum im Jänner, dem Boramaximum entsprechend, das Nebenmaximum im Oktober, durch Mitwirkung des Sciroccomaximums verursacht. In Lesina sind die Maxima durch den überwiegenden Scirocco bestimmt, das Hauptmaximum im April, das Nebenmaximum im November.

Wenn auch diese Werte, die aus wenigen Jahren und dazu noch aus verschiedenen Epochen abgeleitet wurden, nicht streng vergleichbar sind, so läßt sich doch die starke Abnahme der stürmischen Bora gegen Lesina zu nachweisen. Die tadellose Anemometeraufstellung auf der Klippe zu Porer wirkt jedenfalls bei der starken Zunahme der stürmischen Geschwindigkeiten mit, wobei hervorgehoben werden muß, daß die für Triest mitgeteilten Werte sich auf die alte Anemometeraufstellung beziehen und nicht auf das Anemometer im neuen Observatorium. Triest hat hier in einem Jahre 543 Stunden mit stürmischer Bora, Porer 768 und Lesina nur 58 Stunden.

Die Häufigkeit der Stunden mit stürmischem Scirocco nimmt hingegen nach Süden zu. In Triest konnte bei der alten Anemometeraufstellung bei Scirocco keine stürmische Stärke beobachtet werden, für Porer resultieren 228 Stunden, für Lesina 424 Stunden pro Jahr.

Prozentuell zu der entsprechenden Gesamtzahl an Stunden stürmischer Stärke resultieren bei Triest für die Bora fast 100%, in Porer 72% und in Lesina nur 11%, für den stürmischen Scirocco in Porer 21%, in Lesina hingegen 82%. Für die westlichen Stürme ergibt sich für Porer und Lesina dieselbe prozentuelle Häufigkeit; von sämtlichen Stunden mit stürmischer Stärke kommen in beiden Orten 7% den Richtungen aus dem dritten und vierten Quadranten zu.

Aus der Verteilung der Häufigkeitsmaxima könnte noch geschlossen werden, daß die größte Anzahl barometrischer Depressionen, welche bei Porer stürmische Winde mit sich bringen, in den Monaten Oktober bis Februar vorkommen und daß dieselben hauptsächlich westlich und südlich von Porer vorüberziehen. Da die Frequenz stürmischer Winde aus dem dritten und vierten Quadranten im August größer zu werden beginnt, das Maximum im November erreicht wird, um erst im Februar unter das Jahresmittel zu sinken, so ist für diese Monate, namentlich aber im Spätherbst, auch ein häufigeres Vorüberziehen der barometrischen Minima nördlich und östlich von Porer anzunehmen.

Maxima der stündlichen Windgeschwindigkeit.

Für die einzelnen Windrichtungen und für jeden Monat wurden die in diesen 5 Beobachtungsjahren (1903 bis 1907) zur Beobachtung gelangten Maxima der Windgeschwindigkeit herausgeschrieben. In den zwei Tabellen 38 und 39 sind die daraus bestimmten mittleren und absoluten Maxima zusammengestellt. Auffallend ist bei den Aufzeichnungen an stürmischen Tagen, daß die Windfahne des Anemographen zu Porer nur ganz kleine Schwankungen zeigt, während zum Beispiel in Triest bei stürmischer Bora die Windfahne bis zu 90 und mehr Grade um die vorherrschende Windrichtung herumschwankt.

Das größte mittlere Maximum kommt der ENE-Richtung zu, im Jahresdurchschnitt mit 75·7 *km*/St., im Jänner mit 96·8 *km*.

Der durchschnittliche Mittelwert der Maxima resultiert mit 48 *km*. Größere Geschwindigkeiten als dieses Mittel wurden in den Wintermonaten Oktober bis Februar erreicht, das kleinste Monatsmittel fällt auf den Juni mit 38·5 *km*/St.

Tabelle 38.

Mittleres Maximum der Windgeschwindigkeit in Kilometern pro Stunde.

Aus den 5 Beobachtungsjahren 1903 bis 1907.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
N	30·2	30·0	31·2	34·0	31·2	32·0	37·8	41·8	36·4	35·4	29·4	37·6	33·9
NNE	49·2	53·0	44·8	38·4	32·4	39·6	42·2	56·4	48·8	45·2	45·6	54·4	45·8
NE	90·2	82·6	61·2	69·6	49·6	62·4	67·8	80·6	72·4	78·2	73·0	79·0	72·2
ENE	96·8	90·2	83·4	87·2	59·8	66·2	68·8	66·0	73·2	57·2	77·6	81·8	75·7
E	48·0	57·0	56·2	62·8	45·4	50·2	41·8	44·8	47·0	51·6	57·2	62·0	52·0
ESE	47·8	60·2	49·2	50·6	46·6	39·4	32·2	32·4	39·8	58·2	59·4	54·2	47·5
SE	53·0	70·0	67·8	67·8	59·4	37·2	38·2	35·4	55·2	68·6	68·0	58·8	56·6
SSE	42·0	59·8	54·8	51·6	57·2	40·4	38·6	40·4	48·6	69·0	81·2	71·4	54·6
S	44·4	57·2	51·4	49·8	53·4	36·0	28·4	47·2	51·6	66·2	76·0	52·4	51·2
SSW	53·6	56·2	40·6	41·0	41·2	34·8	27·2	34·4	54·4	46·8	71·4	58·4	46·7
SW	48·6	34·8	27·0	41·2	34·6	30·8	25·8	41·0	41·4	56·8	53·0	50·4	40·5
WSW	42·2	44·0	29·8	34·0	34·2	26·4	36·6	51·2	43·6	47·0	52·8	52·2	41·2
W	33·8	41·4	35·2	34·4	37·2	31·4	41·6	45·2	43·8	36·4	39·2	47·2	38·9
WNW	35·4	42·0	46·8	39·0	34·6	26·6	41·4	37·6	33·2	34·8	39·6	44·2	37·9
NW	43·0	39·4	41·8	31·6	33·2	30·6	48·4	47·2	39·2	37·6	34·2	33·8	38·3
NNW	32·8	34·6	31·0	35·2	35·6	31·8	42·4	40·6	33·8	32·2	35·2	35·2	35·0
Mittel	49·4	53·3	47·0	48·0	42·9	38·5	41·2	46·4	47·7	51·3	55·8	54·6	48·0

Tabelle 39.

Absolute Maxima der Windgeschwindigkeit in Kilometern pro Stunde.

5 Beobachtungsjahre 1903 bis 1907.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
N	42	43	38	42	41	45	**58**	**58**	56	**58**	48	50	58
NNE	78	74	64	63	44	57	60	78	60	81	68	**86**	86
NE	108	93	68	94	55	86	79	100	84	**114**	100	110	114
ENE	**128**	106	108	102	76	86	84	88	104	95	110	101	128
E	91	88	90	**104**	85	82	52	85	65	91	95	94	104
ESE	85	78	66	78	68	61	42	34	53	90	**94**	82	94
SE	90	99	86	77	70	44	46	40	90	**102**	100	86	102
SSE	70	80	58	54	70	58	52	60	56	85	96	**98**	98
S	63	80	67	63	76	43	41	80	65	78	**92**	82	92
SSW	67	74	54	58	44	49	44	60	83	62	**98**	88	98
SW	55	52	50	54	50	42	40	55	67	76	70	**84**	84
WSW	50	**79**	58	41	45	40	56	60	54	66	70	74	79
W	44	**80**	58	38	64	44	62	72	56	53	54	60	80
WNW	52	56	**66**	57	44	38	56	46	58	46	51	58	66
NW	66	46	70	38	38	40	64	**80**	50	57	45	46	80
NNW	53	44	36	44	60	48	56	**71**	50	44	49	42	71
Mittel	128	106	108	104	85	86	84	100	104	114	110	110	128

Bilden wir uns die mittleren Maxima in den vier Jahreszeiten für die vier Hauptwindgruppen, so ergibt sich nachfolgende Verteilung:

Mittlere Maxima der Windgeschwindigkeiten in Kilometern pro Stunde.

	Bora	Scirocco	SW-Winde	NW-Winde	Mittel
Winter	**70·4**	55·9	46·9	36·5	**52·4**
Frühling	57·6	55·0	35·9	35·4	46·0
Sommer	57·2*	37·2*	35·5*	**38·2**	42·0*
Herbst	60·6	**61·8**	**48·9**	35·1*	51·6
Jahr	61·4	52·5	41·8	36·3	48·0

Das größte mittlere Maximum resultiert im allgemeinen im Winter, das kleinste im Sommer. Die Bora erreicht im Winter das größte mittlere Maximum (70·4 *km*/St.), der Scirocco mit 61·8 *km* und der Südwest mit 48·9 *km* im Herbst, während der Nordwest das größte mittlere Maximum im Sommer mit 38·2 *km* pro Stunde erreicht.

Aus diesem fünfjährigen Beobachtungszeitraum ist bezüglich des absoluten Maximums zu entnehmen, daß die größte Windgeschwindigkeit in allen Monaten bei der NE- und ENE-Richtung zu bemerken ist, nur im April und Mai ist das Maximum der E-Richtung etwas größer als das des ENE-Windes.

Nach Jahreszeiten und den vier Hauptwindrichtungen getrennt, verteilen sich die absoluten Maxima in nachfolgender Weise:

Absolute Maxima der Windgeschwindigkeit, in Kilometern pro Stunde.

	Bora	Scirocco	SW-Winde	NW-Winde
Winter . .	**128**	99	88	66
Frühling .	108	86	64	70
Sommer .	100	80	72	**80**
Herbst . .	114	**102**	**98**	58

Die größte in diesen 5 Jahren zur Beobachtung gekommene stündliche Windgeschwindigkeit erreichte 128 *km*, und zwar bei Bora. Auch im Sommer wurde noch ein Borasturm mit einem Maximum von 100 *km* beobachtet.

Der Scirocco kommt bei Porer auf die große Windstärke von 102 *km*, die SW-Winde erreichen ein absolutes Maximum von 98 *km* und die NW-Winde 80 *km* pro Stunde. Den Borastürmen kommt zu allen Jahreszeiten das Übergewicht zu. Das größte Boramaximum wird im Winter erreicht, der Scirocco und die SW-Winde zeigen ihr absolutes Maximum im Herbst, während die NW-Winde ihr größtes Maximum der Windstärke im Sommer aufweisen.

Anhang.

Tabelle I.

Häufigkeit der Windrichtungen — Winter.

5 Jahre, 1903 bis 1907.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1^h a.	26	41	73	92	22	14	13	11	18	13	10	12	16	22	28	35
2	26	**49**	70	92	21	15	12	12	19	**15**	10	12	18	21	27	29
3	**35**	38	77	91	24	11	16	10*	18	13	9	9	19	21	32	28
4	31	35	76	100	17	12	15	12	16	11	12	5*	19	22	33	28
5	30	39	72	101	27	7*	18	11	19	10	9	9	17	21	30	26
6	25	44	61	105	26	11	15	16	18	7	9	11	12	24	27	37
7	26	44	66	107	26	13	11*	14	12	14	5*	10	19	18*	31	32
8	24	40	78	110	25	13	15	12	12	8	8	13	19	22	28	23
9	26	33	81	103	29	12	16	12	17	9	8	15	12	22	26*	27
10	20	24	**84**	106	27	11	14	16	15	12	6	16	14	19	36	25
11	17	20	73	111	**32**	9	14	19	11	7	16	11	24	30	26	23
12^h m.	13	21	59	112	30	15	11*	16	11	11	8	15	26	39	38	19
1^h p.	7	17	63	108	24	14	11*	16	9*	13	16	16	30	51	30	20
2	11	15*	61	106	21	15	16	21	10	10	10	17	33	**64**	29	8*
3	5*	18	61	105	17	15	17	20	12	10	10	16	**34**	54	36	17
4	10	23	59	100	24	13	15	14	13	9	15	**22**	26	52	41	13
5	6	30	53*	91	25	**19**	18	15	14	8	14	16	29	44	**43**	21
6	20	19	62	91	26	13	21	17	15	11	12	17	18	33	42	29
7	20	31	67	84*	25	9	**22**	15	15	6*	**19**	20	16	27	34	35
8	26	35	59	99	16	13	17	20	**20**	6*	11	20	17	22	36	27
9	24	27	69	107	20	8	17	17	19	8	10	18	11*	25	34	31
10	27	36	60	**113**	13*	13	15	**25**	14	12	11	11	13	18*	34	33
11	32	26	68	106	16	16	16	17	19	13	12	10	12	20	27	38
12^h n.	25	29	69	105	20	14	15	16	17	9	10	19	13	19	31	**38**
M.	21·3	30·6	67·5	101·9	23·0	12·7	15·4	15·6	15·1	10·2	10·8	14·2	19·5	29·6	32·5	26·8

Tabelle II.

Häufigkeit der Windrichtungen — Frühling.

5 Jahre, 1903 bis 1907.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1^h a.	17	**29**	45	81	56	33	34	21	12	16	11	14	13	18	28	26
2	18	28	52	78	59	38	27	24	12	15	9	12	12	11	36	26
3	25	19	48	86	54	38	31	19*	11	17	13	8	11	12	32	26
4	**25**	21	49	**93**	55	32	30	21	12	12	14	11	13	13	24	31
5	20	25	**68**	75	65	27	30	21	10	16	13	6*	14	8*	29	26
6	14	23	67	86	**68**	29	28	25	8*	10*	17	9	10	12	24	24
7	12	20	62	87	55	40	21*	33	14	10*	16	9	12	15	21	28
8	11	20	52	91	56	32	30	29	18	18	14	10	10	13	23	30
9	5	9	58	88	54	**47**	33	25	11	13	22	11	14	15	32	17
10	3	11	47	86	58	38	40	31	12	11	**25**	14	14	27	28	12
11	3	6	31	93	54	42	43	36	24	11	18	19	21	34	20	4
12^h m.	2	3*	26	85	56	39	42	39	28	17	21	20	16	47	16	2
1^h p.	4	6	26	64	53	39	44	48	28	**25**	14	18	27	47	14*	2*
2	2	5	18	56	44	35	44	58	33	23	11	21	25	54	25	2
3	2	4	20	46*	37	31	48	62	**36**	20	12	**22**	26	57	33	2
4	2*	5	16*	50	38	21*	**50**	**67**	29	15	19	16	**32**	63	34	3
5	2	4	18	58	27*	31	44	62	31	17	15	12	27	**64**	44	2
6	3	3*	20	53	30	37	48	54	32	11	19	6*	22	53	**58**	11
7	7	7	27	57	32	31	44	55	29	17	10	10	18	44	56	11
8	9	11	27	66	35	34	37	50	30	19	8	8	15	40	44	22
9	12	9	32	79	28	35	40	45	28	24	5*	11	8	23	39	38
10	16	20	43	74	30	41	36	40	25	18	11	10	6*	19	24	**42**
11	19	20	53	70	38	33	35	30	32	11	11	15	9	15	25	33
12^h n.	16	22	48	83	47	39	32	21	23	12	11	12	9	16	23	38
M.	10·4	13·8	39·7	74·4	47·0	35·1	37·1	38·2	22·0	15·7	14·1	12·7	16·0	30·0	30·5	19·1

Tabelle III.

Häufigkeit der Windrichtungen — Sommer.

5 Jahre, 1903 bis 1907.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1h a.	35	**44**	81	58	47	30	22	9*	8	14	5*	7	14	18	23	38
2	34	43	87	66	57	19	24	11	3	8	10	5*	12	14	19	40
3	30	36	**90**	64	60	26	17	12	2*	4*	11	8	14	13	28	37
4	38	25	90	78	61	23	14	11	5	8	8	5*	8	13	33	34
5	**43**	28	86	78	**67**	26	13*	9*	9	7	6	7	9	9	31	28
6	33	38	87	82	56	31	14	10	14	4*	12	8	5*	12	26	25
7	29	28	83	89	64	22	17	13	15	7	5*	12	13	10	24	26
8	26	21	85	92	60	34	19	17	8	6	10	9	16	7*	21	21
9	15	18	78	**95**	54	44	23	17	9	12	14	8	18	16	15	13
10	4	14	65	92	55	40	29	25	18	9	15	24	18	21	15	8
11	2	7	42	88	47	**48**	**48**	24	16	20	20	30	28	24	9	5
12h m.	3	5	31	72	53	26	**48**	39	30	16	**27**	31	38	29	8*	3
1h p.	3	5	21	64	37	28	33	47	40	18	22	**40**	45	39	13	1*
2	4	6	16*	46	34	18	43	40	**46**	16	**27**	35	60	49	15	3
3	4	4*	22	28	35	18	34	46	42	15	25	38	**62**	56	27	1*
4	1*	5	17	31	18	22	40	49	28	20	19	39	61	68	38	2
5	1	5	16*	25	19	17	43	**51**	26	**22**	17	24	54	87	44	5
6	2	5	21	31	9*	13*	44	47	29	12	13	19	42	**93**	62	8
7	7	6	29	25	10	16	35	**51**	28	16	13	15	32	74	**82**	12
8	10	15	29	24*	16	26	28	48	30	17	10	14	17	58	73	33
9	27	19	34	25	20	26	26	40	30	17	15	11	13	29	68	50
10	40	24	52	31	26	26	31	31	28	12	11	12	8	16	47	**56**
11	42	34	56	41	34	34	31	17	20	12	11	8	20	14	33	45
12h n.	34	36	73	49	45	25	28	15	15	11	9	5*	17	19	34	35
M.	19·5	19·6	53·8	57·3	41·0	26·6	29·3	28·3	20·8	12·6	14·0	17·3	26·0	32·8	32·8	22·0

Tabelle IV.

Häufigkeit der Windrichtungen — Herbst.

5 Jahre, 1903 bis 1907.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1h a.	29	32	80	78	39	16	20	20	21	12*	21	12	10	9	23	26
2	32	22	85	78	42	12*	24	19	16	20	17	9	11	16	17	27
3	26	20	**99**	75	38	20	21	11*	12*	17	26	12	14	10	22	27
4	23	21	94	74	33	23	22	13	13	22	21	16	13	9	22	**32**
5	26	29	80	76	36	17	27	15	14	21	18	19	12	13	13*	32
6	22	32	85	66	44	21	17*	18	24	15	15	21	13	7*	26	24
7	27	26	76	83	43	15	19	24	18	18	10*	22	13	11	26	17
8	24	20	71	**89**	41	25	22	19	18	18	18	16	12	13	23	17
9	17	27	69	84	42	24	25	19	18	19	18	19	9*	15	19	21
10	10	15	72	78	50	**30**	25	19	18	18	22	15	15	21	22	16
11	6	16	51	76	**60**	28	29	15	29	22	22	16	21	25	22	12
12h m.	7	19	42*	71	56	25	27	21	25	27	**27**	25	29	23	15	10
1h p.	4	10	50	63	51	29	28	28	21	27	23	27	33	30	20	5
2	3	9	48	60	52	**30**	36	28	24	16	23	**32**	32	35	23	2*
3	2*	15	43	50	48	26	**38**	34	20	20	19	29	32	46	25	5
4	6	17	48	44*	43	20	32	**44**	23	21	16	22	**35**	**49**	26	6
5	10	8*	52	46	36	20	37	34	23	19	18	24	29	41	39	10
6	13	20	48	49	36	18	33	37	19	19	18	19	23	36	41	20
7	19	25	51	53	35	20	35	36	20	23	12	8	19	40	32	19
8	24	32	53	50	34	29	30	29	24	**28**	12	5*	9	22	**44**	22
9	29	34	62	52	33	23	37	18	**36**	26	11	10	9*	11	28	31
10	28	33	72	64	28*	20	25	24	32	26	12	12	9	7*	25	29
11	29	33	72	66	36	15	29	24	32	12*	20	11	11	7	29	24
12h n.	**36**	**36**	72	75	39	12*	25	18	24	17	21	9	9	11	26	17
M.	18·8	23·0	65·6	66·7	41·5	21·6	27·6	23·6	21·8	20·1	18·3	17·1	17·6	21·1	25·3	18·8

Tabelle V.

Häufigkeit der Windrichtungen — Jahr.

5 Jahre, 1903 bis 1907.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1h a.	107	**146**	279	309	164	93	89	61	59	55	47	45	53	67	102	125
2	110	142	294	314	179	84	87	66	50	58	46	38	53	62	99	122
3	116	113	**314**	316	176	95	85	52*	43*	51	59	37*	58	56	114	118
4	117	102	309	345	166	90	81	57	46	53	55	37*	53	57	112	125
5	119	121	306	330	**195**	77	88	56	52	54	46	41	52	51*	103	112
6	94	137	300	339	194	92	74	69	64	36*	53	49	40	55	103	110
7	94	118	287	366	188	90	68*	84	59	49	36*	53	57	54	102	103
8	85	101	286	**382**	182	104	86	77	56	50	50	48	57	55	95	91
9	63	87	286	370	179	**127**	97	73	55	53	62	53	53	68	92	78
10	37	64	268	362	190	119	108	91	63	50	68	69	61	88	101	61
11	28	49	197	368	193	**127**	134	94	80	60	76	76	94	113	77	44
12h m.	25	48	158	340	**195**	105	128	115	94	71	**83**	91	109	138	77*	34
1h p.	18	38	160	299	165	110	116	139	98	**83**	75	101	135	167	77	28
2	20	35*	143	268	151	98	139	147	**113**	65	71	**105**	150	202	92	15*
3	13*	41	146	229	137	90	137	162	110	65	66	**105**	**154**	213	121	25
4	19	50	140	225	123	76*	137	**174**	93	65	69	99	**154**	232	139	24
5	19	47	139*	220	107	87	142	162	94	66	64	76	139	**236**	170	38
6	38	47	151	224	101	81	**146**	155	95	53	62	61	105	215	203	68
7	53	69	174	219*	102	76*	136	157	92	62	54	53	85	185	**204**	77
8	69	93	168	239	101	102	112	147	104	70	41	47	58	142	197	104
9	92	89	197	263	101	92	120	120	**113**	75	41	50	41	88	169	150
10	111	113	227	282	97*	100	107	120	99	68	45	45	36*	60	130	**160**
11	**122**	113	249	283	124	98	111	88	103	48	54	44	52	56	114	140
12h n.	111	123	262	312	151	90	100	70	79	49	51	45	48	65	114	128
M.	70·0	86·9	226·7	300·2	152·5	96·0	109·5	105·7	79·7	58·7	57·3	61·2	79·0	113·5	121·1	86·7

Tabelle VI.

Windwege in Kilometern — Winter.

5 Jahre, 1903 bis 1907.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1h a.	403	924	3223	4535	585	384	640	411	652	354	274	183	222	435	419*	562
2	479	1030	3099	4292*	748	462	545	476	**685**	385	208	308	298	325	456	410
3	578	843	3188	4398	**871**	241	743	323*	572	**450**	208	202	394	340	519	399
4	**582**	797	3176	4787	395	341	602	492	506	435	272	113*	410	348	564	434
5	441	1055	2802	4879	668	263	655	431	628	326	235	174	377	299	524	397
6	420	**1105**	2435	5166	609	369	624	650	546	149	150	216	318	442	447	539
7	375	1045	2704	5156	600	441	584	637	386	314	77*	138	346	346	535	504
8	335	835	2899	5376	567	385	813	564	406	207	132	203	329	393	504	323
9	388	706	3162	5138	672	442	801	568	503	175	180	291	248	333	472	409
10	283	473	**3287**	5198	650	404	513	754	483	247	99	292	273	392	574	414
11	253	412	2918	5796	715	303	630	**925**	381	143	**375**	234	370	607	544	350
12h m.	215	429	2572	5703	688	438	453*	683	365	339	188	293	428	704	611	351
1h p.	116	408	2775	5418	468	390	495	679	313	327	364	300	454	978	563	315
2	140	432	2529	5235	514	346	582	723	288*	302	232	262	**513**	**1191**	639	137*
3	75*	464	2449	4976	504	301	615	764	402	192	215	266	484	925	734	370
4	223	488	2589	4762	631	377	685	592	322	266	245	322	315	958	809	271
5	97	677	2144*	4662	690	**518**	736	566	401	196	222	202	346	797	**821**	414
6	333	405*	2435	4731	838	362	821	613	501	223	255	202	205	590	758	569
7	367	763	2683	4425	867	234*	**872**	604	565	47*	355	269	179	415	689	544
8	373	770	2287	5236	432	367	763	719	643	103	150	286	239	360	676	476
9	372	453	2711	5549	399	377	688	612	591	157	218	179	212	369	573	516
10	522	538	2497	**5912**	298*	443	615	793	539	243	190	229	198	236*	569	504
11	562	583	2647	5390	504	415	745	556	677	366	226	220	171*	276	486	527
12h n.	361	672	2929	5055	651	342	611	532	631	328	194	**455**	189	357	468	**593**
M.	345·5	679·5	2755·8	5074·0	606·8	372·7	659·6	611·1	499·4	261·4	219·3	243·3	313·3	517·3	581·4	430·3

Tabelle VII.

Windwege in Kilometern — Frühling.

5 Jahre, 1903 bis 1907.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1^h a.	207	545	1498	2948	1306	706	1096	593*	291	385	227	**328**	248	314	460	404
2	270	**564**	1622	2877	1323	815	914	694	346	315	247	282	255	194	595	366
3	420	365	1605	3155	1209	773	966	617	237*	409	394	214	260	208	503	420
4	**428**	461	1669	3052	1206	591	967	696	307	288	389	277	265	272	375	541
5	325	520	**2072**	2615	1466	539	904	627	298	369	390	125	302	169*	435	438
6	232	426	1940	2809	**1560**	589	887	735	238	259	468	134	248	228	360	418
7	187	352	1916	2872	1414	710	849*	899	303	232	495	150	208	278	311	428
8	210	409	1611	3050	1514	668	954	792	319	338	428	164	158	171	370	466
9	105	257	1673	3122	1413	**942**	1044	694	280	308	524	151	218	199	525	288
10	69	306	1468	3053	1298	698	1139	769	309	247	**527**	273	188	381	514	193
11	42	122	1085	**3380**	1311	865	1289	926	404	263	418	305	307	602	382	63
12^h m.	39	113	920	2967	1361	793	1105	1003	509	329	409	289	281	831	308*	25*
1^h p.	66	191	937	2179	1311	725	1193	1052	560	487	187	255	367	937	327	27
2	18	132	695	2085	1083	595	1207	1354	599	375	175	242	370	1078	525	63
3	19	62	783	1721*	944	571	1246	1419	642	356	194	264	394	1165	723	39
4	17*	148	589*	1966	927	475*	**1357**	**1494**	642	352	245	203	**477**	**1253**	809	42
5	20	115	624	2073	754	596	1215	1411	759	325	145	142	335	1214	938	35
6	25	58*	712	2085	814	794	1209	1351	801	136*	202	67*	259	957	1118	227
7	99	138	894	2155	913	616	1079	1316	**823**	275	116	124	211	653	**1128**	220
8	139	230	833	2593	857	644	955	1349	742	376	138	85	215	584	799	411
9	174	168	1006	3111	710*	693	997	1309	672	**556**	70*	153	112*	330	594	611
10	208	303	1470	2858	849	813	989	1077	641	394	230	166	156	209	358	**657**
11	213	375	1822	2704	1023	648	942	802	761	276	251	250	129	214	450	554
12^h n.	231	446	1485	3003	1067	735	979	663	608	243	280	172	170	233	385	562
M.	156·8	283·6	1288·7	2684·7	1151·4	691·4	1061·8	985·1	503·8	328·9	297·9	200·6	255·5	528·1	553·8	312·4

Tabelle VIII.

Windwege in Kilometern — Sommer.

5 Jahre, 1903 bis 1907.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1^h a.	575	819	2205	1417	926	494	518	180*	84	**360**	147	86*	384	185	277	391
2	499	**872**	2429	1647	1035	308	531	264	52	171	287	94	329	149	230	518
3	474	830	**2606**	1735	1104	430	384	311	46*	111	302	131	352	142	400	444
4	**672**	578	2511	2036	1125	507	302	309	46*	205	236	102	198	175	361	454
5	587	584	2591	1902	**1267**	576	256*	259	141	172	191	204	125	172	358	347
6	547	748	2297	2064	1124	594	383	229	225	60*	306	210	99*	175	269	299
7	453	538	2480	2267	1255	349	343	299	278	148	86	322	173	118	253	319
8	399	461	2574	2415	1005	589	323	372	194	121	149	232	242	76*	212	229
9	187	424	2401	**2644**	976	**678**	337	402	259	211	202	186	270	194	149*	204
10	103	403	1916	2603	995	581	387	479	362	149	199	480	266	298	215	128
11	51	203	1352	2519	992	605	739	501	330	289	219	**523**	447	404	170	118
12^h m.	72	120	967	1960	1011	365	762	586	502	208	292	486	639	504	168	62
1^h p.	74	106*	674	1655	785	419	568	700	**614**	190	275	509	649	767	252	50
2	69	164	550*	1310	636	340	671	658	569	220	306	429	866	955	304	58
3	91	132	684	798	656	319	542	741	522	166	**324**	478	**902**	1125	578	18*
4	28	132	609	944	391	359	667	836	369	261	206	446	856	1396	828	46
5	12*	118	614	798	380	266	**766**	889	326	254	157	242	731	1545	945	130
6	61	136	682	951	184*	261*	721	850	457	133	85	234	494	**1581**	1153	246
7	159	133	940	815	185	277	665	896	462	227	111	153	307	1156	**1585**	265
8	186	480	842	785	306	374	454	**996**	450	285	76*	111	163	794	1196	611
9	409	501	1081	768*	366	371	362	782	484	261	241	88	145	414	976	814
10	636	425	1549	841	390	396	464	565	578	134	154	207	121	181	647	**839**
11	598	646	1651	1070	593	517	502	314	443	160	144	117	382	170	444	629
12^h n.	536	760	1924	1269	840	449	579	230	248	226	132	104	336	178	400	407
M.	311·6	429·7	1588·7	1550·5	772·0	434·3	509·4	527·0	335·0	194·3	201·1	257·3	394·8	535·6	515·4	317·8

Tabelle IX.

Windwege in Kilometern — Herbst.

5 Jahre, 1903 bis 1907.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1h a.	401	568	2610	2721	966	509	703*	680	619	403	613	383	185	135	375	353
2	**470**	522	2797	2859	949	408	803	689	562	695	515	327	247	182	302	336
3	383	513	**3091**	2642	986	602	756	465*	423*	688	**763**	332	335	129	346	438
4	354	424	3084	2651	834	611	833	502	463	**901**	560	468	274	132	352	**480**
5	469	604	2691	2745	885	437	1077	593	450	805	585	482	214	207	212*	477
6	333	**776**	2870	2292	1078	621	718	848	635	557	513	**593**	258	120	318	366
7	422	507	2671	2797	1005	570	724	979	623	592	414	532	309	165	379	279
8	366	357	2697	**2860**	977	763	790	875	724	579	541	321	309	157	370	231
9	237	560	2593	2805	989	761	**859**	835	695	663	562	403	234	166	311	212
10	117	362	2699	2638	1055	**777**	874	783	612	696	494	360	335	299	320	165
11	64	484	1903	2744	**1412**	730	1045	479	922	764	587	373	380	342	401	197
12h m.	125	560	1595	2485	1334	708	856	677	778	686	682	454	435	401	275	155
1h p.	60	297	1899	2156	1229	730	826	1044	510	639	556	442	**531**	538	451	55
2	45	240	1873	1860	1353	684	995	973	558	384	400	540	483	731	489	21*
3	39*	387	1525	1749	1233	625	1015	1019	650	339	364	456	435	769	607	103
4	105	500	1563	1656*	1216	458	895	**1343**	608	407	218	351	406	**834**	528	145
5	263	193*	1658	1799	955	480	1097	1101	509	483	206	288	314	719	715	193
6	253	596	1464*	1979	1029	383	1155	986	560	424	201	278	221	568	**839**	274
7	302	650	1550	2159	1025	428	1163	1005	534	678	144*	148	186	571	602	292
8	362	624	1866	2071	984	519	1016	964	684	587	307	92*	73*	286	726	351
9	449	581	2082	2264	893	513	**1197**	530	**941**	567	415	243	153	129	512	457
10	392	572	2348	2610	764*	423	962	677	860	667	409	339	129	103*	430	414
11	442	671	2356	2576	838	332	1046	641	909	326*	674	319	203	112	463	327
12h n.	573	585	2368	2704	927	321*	977	577	637	539	700	261	239	184	390	225
M.	292·7	505·5	2243·9	2409·3	1038·2	558·0	932·6	802·7	644·4	586·2	476·0	366·0	287·0	332·5	446·4	272·8

Tabelle X.

Windwege in Kilometern — Jahr.

5 Jahre, 1903 bis 1907.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1h a.	1586	2856	9536	11621	3783	2093	2957	1864	1646	1442	1261	980	1039	1069	1531	1710
2	1718	2988	9947	11675	4055	1993	2793	2123	1645	1566	1257	1011	1129	850	1583	1630
3	1855	2551	**10490**	11930	4170	2046	2849	1716*	1278*	1658	**1667**	879	1341	819	1768	1701
4	**2036**	2260	10440	12526	3560	2050	2704	1999	1322	**1829**	1457	960	1147	927	1652	1909
5	1822	2763	10156	12141	4286	1815	2892	1910	1517	1672	1401	985	1018	847	1529	1659
6	1532	**3055**	9542	12331	4371	2173	2612	2462	1644	1025	1437	1153	923	965	1394	1622
7	1437	2442	9771	13092	4274	2070	2500*	2814	1590	1286	1072	1142	1036	907	1478	1530
8	1310	2062	9781	13701	4063	2405	2880	2603	1643	1245	1250	920	1038	797	1456	1249
9	917	1947	9829	13709	4050	**2823**	3041	2499	1737	1357	1468	1031	970	892	1457	1113
10	572	1544	9370	13492	3998	2460	2913	2785	1766	1339	1319	1405	1062	1370	1623	900
11	410	1221	7258	**14439**	**4430**	2503	3703	2831	2037	1459	1599	1435	1504	1955	1497	728
12h m.	451	1222	6054	13115	4394	2304	3176	2949	2154	1562	1571	**1522**	1783	2440	1362*	593
1h p.	316	1002	6285	11408	3793	2264	3082	3475	1997	1643	1382	1506	2001	3220	1593	447
2	272	968*	5647	10490	3586	1965	3455	3708	2014	1281	1113	1473	**2232**	3955	1957	279*
3	224*	1045	5441	9244*	3337	1816	3418	3943	2216	1053	1097	1464	2215	3984	2642	530
4	373	1268	5350	9328	3165	1669	3604	**4265**	1941	1286	914	1322	2054	**4441**	2974	504
5	392	1103	5040*	9332	2779	1860	3814	3967	1995	1258	730	874	1726	4275	3419	772
6	672	1195	5293	9746	2865	1800	**3906**	3800	2319	916*	743	781	1179	3696	3868	1316
7	927	1684	6067	9554	2990	1555*	3779	3821	2384	1227	726	694	883	2795	**4004**	1321
8	1060	2104	5828	10685	2579	1904	3188	4028	2519	1351	671*	574*	690	2024	3397	1849
9	1404	1703	6880	11692	2368	1954	3244	3233	2688	1541	944	663	622	1242	2655	2398
10	1758	1838	7864	12221	2301*	2075	3030	3112	2618	1438	983	941	604*	729*	2004	**2414**
11	1815	2275	8476	11740	2958	1912	3235	2313	**2790**	1128	1295	906	885	772	1843	2037
12h n.	1701	2463	8706	12031	3485	1847	3146	2002	2124	1336	1306	992	934	952	1643	1787
M.	1106·7	1898·3	7877·1	11718·5	3568·3	2056·5	3163·4	2925·9	1982·7	1370·8	1194·3	1067·2	1250·6	1913·5	2097·0	1333·3

Tabelle XI.

Mittlere Windgeschwindigkeit in Kilometern — Winter.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1^h a.	15·5	22·5	44·2	49·3	26·6	27·4	49·2	37·4	36·2	27·2	**27·4**	15·3	13·9	19·8	15·0*	16·1
2	18·4	21·0	**44·3**	46·7*	35·6	30·8	45·4	39·7	36·1	25·7	20·8	**25·7**	16·6	15·5	16·9	14·1
3	16·5	22·2	41·4	48·3	**36·3**	21·9	46·4	32·3	31·8	34·6	23·1	22·4	20·7	16·2	16·2	14·3
4	18·8	22·8	41·8	47·9	23·2	28·4	40·1	41·0	31·6	**39·5**	22·7	22·6	21·6	15·8	17·1	15·5
5	14·7	27·1	38·9	48·3	24.7	37·6	36·4	39·2	33·1	32·6	26·1	19·3	22·2	14·2	17·5	15·3
6	16·8	25·1	39·9	49·2	23·4	33·5	41·7	40·6	30·3	21·3	16·7	19·6	**26·5**	18·4	16·6	14·6
7	14·4	23·7	41·0	48·2	23·1	33·9	53·1	45·5	32·2	22·4	15·4	13·8	18·2	19·2	17·3	15·8
8	14·0	20·9	37·2*	48·9	22·7	29·6	**54·2**	47·0	33·8	25·9	16·5	15·6	17·3	17·9	18·0	14·0
9	14·9	21·4	39·0	49·9	23·2	36·8	50·1	47·3	29·6	19·4	22·5	19·4	20·7	15·1	18·2	15·1
10	14·2	19·7	39·1	49·0	24·1	36·7	36·6	47·1	32·2	20·6	16·5	18·3	19·5	**20·6**	15·9	16·6
11	14·9	20·6	40·0	52·2	22·3	33·7	45·0	**48·7**	34·6	20·4	23·4	21·3	15·4	20·2	20·9	15·2
12^h m.	16·5	20·4	43·6	50·9	22·9	29·2	41·2	42·7	33·2	30·8	23·5	19·5	16·5	18·1	16·1	18·5
1^h p.	16·6	24·0	44·0	50·2	19·5*	27·9	45·0	42·4	34·8	25·2	22·8	18·8	15·1	19·2	18·8	15·8
2	12·7*	**28·8**	41·5	49·4	24·5	23·1	36·4	34·4	28·8	30·2	23·2	15·4	15·5	18·6	**22·0**	17·1
3	15·0	25·8	40·1	47·4	29·6	20·1*	36·2*	38·2	33·5	19·2	21·5	16·6	14·2	17·1	20·4	**21·8**
4	**22·3**	21·2	43·9	47·6	26·3	29·0	45·7	42·3	24·8*	29·6	16·3	14·6	12·1	18·4	19·7	20·9
5	16·2	22·6	40·4	51·2	27·6	27·3	40·9	37·7	28·6	24·5	15·9	12·6	11·9	18·1	19·1	19·7
6	16·7	21·3	39·3	52·0	32·2	27·8	39·1	36·1	33·4	20·3	21·2	11·9	11·4	17·9	18·0	19·6
7	18·4	24·6	40·0	52·7	34·7	26·0	39·6	40·3	37·7	7·8*	18·7	13·5	11·2*	15·4	20·3	15·5
8	14·3	22·0	38·8	**52·9**	27·0	28·2	44·9	36·0	32·2	17·2	13·6*	14·3	14·1	16·4	18·8	17·6
9	15·5	16·8	39·3	51·9	20·0	**47·1**	40·5	36·0	31·1	19·6	21·8	10·0*	19·3	14·8	16·9	16·6
10	19·3	14·9*	41·6	52·3	22·9	34·1	41·0	31·7*	**38·5**	20·2	17·3	20·8	15·2	13·1*	16·7	15·3
11	17·6	22·4	38·9	50·8	31·5	25·9	46·6	32·7	35·6	28·2	18·8	22·0	14·3	13·8	18·0	13·9*
12^h n.	14·4	23·2	42·4	48·1	32·6	24·4	40·7	33·3	37·1	36·4	19·4	23·9	14·5	18·8	15·1	15·6
M.	16·2	22·3	40·9	49·8	26·5	30·0	43·2	39·6	33·0	25·0	20·2	17·8	16·6	17·2	17·9	16·4

Tabelle XII.

Mittlere Windgeschwindigkeit in Kilometern — Frühling.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1^h a.	12·2	18·8	33·3	36·4	23·3	21·4	32·2	28·2	24·3	24·1	20·6	23·4	19·1	17·4	16·4	15·5
2	15·0	20·1	31·2	36·9	22·4	21·5	33·8	28·9	28·8	21·0	27·4	23·5	21·2	17·6	16·5	14·1
3	16·8	19·2	33·4	36·7	22·4	20·3	31·2	32·5	21·5	24·1	30·3	**26·8**	23·6	17·3	15·7	16·2
4	17·1	22·0	34·1	32·8	21·9*	18·5	32·2	**33·1**	25·6	24·0	27·8	25·2	20·4	20·9	15·6	17·5
5	16·3	20·8	30·5	34·9	22·6	20·0	30·1	29·9	**29·8**	23·1	30·0	20·8	21·6	**21·1**	15·0	16·8
6	16·6	18·5	29·0	32·7*	22·9	20·3	31·7	29·4	**29·8**	**25·9**	27·5	14·9	**24·8**	19·0	15·0	17·4
7	15·6	17·6	30·9	33·0	25·7	17·8	**40·4**	27·2	21·6	23·2	**30·9**	16·7	17·3	18·5	14·8*	15·3
8	19·1	20·5	31·0	33·5	27·0	20·9	31·8	27·3	17·7	18·8	30·6	16·4	15·8	13·2	16·1	15·5
9	21·0	28·6	28·8*	35·5	26·2	20·0	31·6	27·8	25·5	23·7	23·8	13·7	15·6	13·3	16·4	16·9
10	**23·0**	27·8	31·2	35·5	22·4	18·4	28·5	24·8	25·8	22·5	21·1	19·5	13·4	14·1	18·4	16·1
11	14·0	20·3	35·0	36·3	24·3	20·6	30·0	25·7	16·8*	23·9	23·2	16·1	14·6	17·7	19·1	15·7
12^h m.	19·5	**37·7**	35·4	34·9	24·3	20·3	26·3	25·7	18·2	19·4	19·5	14·5	17·6	17·7	19·3	12·5*
1^h p.	16·5	31·8	36·0	34·0	24·7	18·6	27·1	21·9*	20·0	19·5	13·4	14·2	13·6	19·9	23·4	13·5
2	9·0	26·4	38·6	37·2	24·6	17·0*	27·4	23·3	18·2	16·3	15·9	11·5	14·8	20·0	21·0	**31·5**
3	9·5	15·5	**39·2**	37·4	25·5	18·4	26·0	22·9	17·8	17·8	16·2	12·0	15·2	20·4	21·9	19·5
4	8·5	29·6	36·8	39·3	24·4	**22·6**	27·1	22·3	22·1	23·5	12·9	12·7	14·9	19·9	**23·8**	14·0
5	10·0	28·7	34·7	35·7	27·9	19·2	27·6	22·8	24·5	19·1	9·7*	11·8	12·4	19·0	21·3	17·5
6	8·3*	19·3	35·6	39·3	27·1	21·5	25·2	25·0	25·0	12·4*	10·6	11·2	11·8	18·1	19·3	20·6
7	14·1	19·7	33·1	37·8	**28·5**	19·9	24·5*	23·9	28·4	16·2	11·6	12·4	11·7*	14·8	20·1	20·0
8	15·4	20·9	30·8	39·3	24·5	18·9	25·8	27·0	24·7	19·8	17·3	10·6*	14·3	14·6	18·2	18·7
9	14·5	18·7	31·4	**39·4**	25·4	19·8	24·9	29·1	24·0	23·2	14·0	13·9	14·0	14·3	15·2	16·1
10	13·0	15·2*	34·2	38·6	28·3	19·8	27·5	26·9	25·6	21·9	20·9	16·6	**26·0**	11·0*	14·9	15·6
11	11·2	18·8	34·4	38·6	26·9	19·6	26·9	26·7	23·8	25·1	22·8	15·7	14·3	14·3	18·0	16·8
12^h n.	14·4	20·3	30·9	36·2	22·7	18·8	30·6	31·6	26·4	20·2	25·5	14·3	18·9	14·6	16·7	14·8
M.	14·6	22·4	33·3	36·3	24·8	19·8	29·2	26·8	23·6	21·2	21·0	16·2	17·0	17·0	18·0	17·0

Tabelle XIII.

Mittlere Windgeschwindigkeit in Kilometern — Sommer.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1^h a.	16·4	18·6	27·2	24·4*	19·7	16·5	23·5	20·0	10·5	21·4	29·4	12·3	**27·4**	10·3	12·0	10·3*
2	14·7	20·3	27·9	25·0	18·2	16·2	22·1	24·0	17·3	21·4	28·7	18·8	**27·4**	10·6	12·1	12·9
3	15·8	23·1	29·0	27·1	18·4	16·5	22·6	25·9	23·0	**27·7**	27·5	16·4	25·1	10·9	14·3	12·0
4	17·7	23·1	27·9	26·1	18·4	22·0	21·6	28·1	9·2*	25·6	29·5	20·4	24·8	13·5	10·9	13·4
5	13·7	20·9	30·1	24·4*	18·9	**22·2**	19·7	**28·8**	15·7	24·6	**31·8**	**29·1**	13·9	19·1	11·5	12·4
6	16·6	19·7	26·4*	25·2	20·1	19·2	**27·4**	22·9	16·1	15·0	25·5	26·2	19·8	14·6	10·3	12·0
7	15·6	19·2	29·9	25·5	19·6	15·9	20·2	23·0	18·5	21·1	17·2	26·8	13·3	11·8	10·5	12·3
8	15·3	22·0	30·3	26·2	16·8	17·3	17·0	21·9	24·3	20·2	14·9	25·8	15·1	10·9	10·1	10·9
9	12·5	23·6	30·8	27·8	18·1	15·4	14·7	23·7	**28·8**	17·6	14·4	23·2	15·0	12·1	9·9*	15·7
10	25·7	28·8	29·5	28·3	18·1	14·5	13·3*	19·2	20·1	16·6	13·3	20·0	20·3	14·2	14·3	16·0
11	25·5	29·0	32·2	28·6	21·1	12·6*	15·4	20·9	20·6	14·5	11·0	17·4	16·0	16·8	18·9	23·6
12^h m.	24·0	24·0	31·2	27·2	19·1	14·0	15·9	15·0	16·7	13·0	10·8	15·7	16·8	17·4	21·0	20·7
1^h p.	24·7	21·2	32·1	25·9	21·2	15·0	17·2	14·9*	15·4	10·6*	12·5	17·7	14·4	19·7	19·4	**50·0**
2	17·2	27·3	34·4	28·5	18·7	18·9	15·6	16·4	12·4	13·8	11·3	12·3	14·4	19·5	20·3	19·3
3	22·7	**33·0**	31·1	28·5	18·7	17·7	15·9	16·1	12·4	11·1	13·0	12·6	14·5	20·1	21·4	18·0
4	28·0	26·4	35·8	30·5	**21·7**	16·3	16·7	17·1	13·2	13·1	10·8	11·4	14·0	**20·5**	**21·8**	23·0
5	12·0*	23·6	**38·4**	31·9	20·0	15·7	17·8	17·4	12·5	11·5	9·2	10·1	13·5	17·8	21·5	26·0
6	**30·5**	27·2	32·5	30·7	20·4	20·1	16·4	18·1	15·8	11·1	6·5*	12·3	11·8	17·0	18·6	30·7
7	22·7	22·2	32·4	32·6	18·5	17·3	19·0	17·6	16·5	14·2	8·5	10·2	9·6*	15·6	19·3	22·1
8	18·6	32·0	29·0	**32·7**	19·1	14·4	16·2	20·8	15·0	16·8	7·6	7·9*	9·6*	13·7	16·4	18·5
9	15·1	26·4	31·8	30·7	18·3	14·3	13·9	19·5	16·1	15·4	16·1	8·0	11·2	14·3	14·4	16·3
10	15·9	17·7*	29·8	27·1	15·0*	15·2	15·0	18·2	20·6	11·2	14·0	17·2	15·1	11·3	13·8	15·0
11	14·2	19·0	29·5	26·1	17·4	15·2	16·2	18·5	22·2	13·3	13·1	14·6	19·1	12·1	13·5	14·0
12^h n.	15·8	21·1	26·4*	25·9	18·7	18·0	20·7	15·3	16·5	20·5	14·7	20·8	19·8	9·4*	11·8	11·6
M.	18·8	23·7	30·7	27·8	18·9	16·7	18·1	20·1	17·1	16·7	16·3	16·8	16·7	14·7	15·3	18·2

Tabelle XIV.

Mittlere Windgeschwindigkeit in Kilometern — Herbst.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1^h a.	13·8	17·8	32·6	34·9	24·8	31·8	35·2	34·0	29·5	33·6	29·2	31·9	18·5	15·0	16·3	13·6
2	14·7	23·7	32·9	36·7	22·6	34·0	33·5	36·3	35·1	34·8	30·3	**36·3**	22·5	11·4	17·8	12·4
3	14·7	25·7	31·2	35·2	25·9	30·1	36·0	42·3	35·2	40·5	29·3	27·7	23·9	12·9	15·7	16·2
4	15·4	20·2	32·8	35·8	25·3	26·6	37·9	38·6	35·6	**41·0**	26·7	29·2	21·1	14·7	16·0	15·0
5	18·0	20·8	33·6	36·1	24·6	25·7	39·9	39·5	32·1	38·3	32·5	25·4	17·8	15·9	16·3	14·9
6	15·1	24·3	33·8	34·7	24·5	29·6	**42·2**	**47·1**	26·5	37·1	34·2	28·2	19·8	17·1	12·2*	15·3
7	15·6	19·5	35·1	33·7	23·4	**38·0**	38·1	40·8	34·6	32·9	**41·4**	24·2	23·8	15·0	14·6	16·4
8	15·3	17·9	38·0	32·1	23·8	30·5	35·9	46·0	**42·0**	32·2	30·1	20·1	25·8	12·1	16·1	13·6
9	13·9	20·7	37·6	33·4	23·6	31·7	34·4	43·9	38·6	34·9	31·2	21·2	26·0	11·1*	16·4	10·1*
10	11·7	24·1	37·5	33·8	21·1*	25·9	35·0	41·2	34·0	38·7	22·5	24·0	22·3	14·2	14·5	10·3
11	10·7*	**30·3**	37·3	36·1	23·5	26·1	36·0	31·9	31·8	34·7	26·7	23·3	18·1	13·7	18·2	16·4
12^h m.	17·9	29·5	38·0	35·0	23·8	28·3	31·7	32·2	31·1	25·4	25·3	18·2	15·0	17·4	18·3	15·5
1^h p.	15·0	29·7	38·0	34·2	24·1	25·2	29·5	37·3	24·3	23·7	24·1	16·4	16·1	17·9	22·6	11·0
2	15·0	26·7	**39·0**	31·0*	36·0	22·8	27·6	34·7	23·2	24·0	17·4	16·9	15·1	**20·9**	21·3	10·5
3	19·5	25·8	35·5	35·0	25·7	24·0	26·7*	30·0	32·5	17·0*	19·2	15·7	13·6	16·7	**24·3**	20·6
4	17·5	29·4	32·6	37·6	28·3	22·9	28·0	30·5	26·4	19·4	13·6	16·0	11·6	17·0	20·3	**24·2**
5	**26·3**	24·1	31·9	39·1	26·5	24·0	29·6	32·4	22·1*	25·4	11·4	12·0*	10·8	17·5	18·3	19·3
6	19·5	29·8	30·5	40·4	28·6	21·3	35·0	26·7*	29·5	22·3	11·2*	14·6	9·6	15·8	20·5	13·7
7	15·9	26·0	30·4*	40·7	**29·3**	21·4	33·2	27·9	26·7	29·5	12·0	18·5	9·8	14·3	18·8	15·4
8	15·1	19·5	35·2	41·4	28·9	17·9*	33·9	33·2	28·5	21·0	25·6	18·4	8·1*	13·0	16·5	16·0
9	15·5	17·1	33·6	**43·5**	27·1	22·3	32·4	29·4	26·1	21·8	37·7	24·3	17·0	11·7	18·3	14·7
10	14·0	17·3	32·6	40·8	27·3	21·2	38·5	28·2	26·9	25·7	34·1	28·3	14·3	14·7	17·2	14·3
11	15·2	20·3	32·7	39·0	23·3	22·1	36·1	26·7*	28·4	27·2	33·7	29·0	18·5	16·0	16·0	13·6
12^h n.	15·9	16·3*	32·9	36·1	23·8	26·8	39·1	32·1	26·5	31·7	33·3	29·0	**26·6**	16·7	15·0	13·2
M.	15·9	23·2	34·4	36·5	25·2	26·3	34·4	35·1	30·2	29·7	26·4	22·9	17·7	15·1	17·6	14·8

Tabelle XV.

Mittlere Windgeschwindigkeit in Kilometern — Jahr.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1h a.	14·8	19·6	34·2	37·6	23·1	22·5	33·2	30·6	27·9	26·2	26·8	21·8	19·6	16·0	15·0	13·7
2	15·6	21·0	33·8	37·2	22·7	**23·7**	32·1	32·2	**32·9**	27·0	27·3	**26·6**	21·3	13·7	16·0	13·4*
3	16·0	22·6	33·4	37·7	23·7	21·5	33·5	33·0	29·7	32·5	28·3	23·8	**23·1**	14·6	15·5	14·4
4	17·4	22·2	33·8	36·3	21·5	22·8	33·4	35·1	28·7	**34·5**	26·5	25·9	21·6	16·3	14·8	15·3
5	15·3	22·8	33·2	36·8	22·0	23·6	32·9	34·1	29·2	31·0	**30·5**	24·0	19·6	16·6	14·8	14·9
6	16·3	22·3	31·8*	36·4	22·5	23·6	35·3	**35·7**	25·7	28·5	27·1	23·5	**23·1**	17·5	13·5*	14·7
7	15·3	20·7	34·0	35·8*	22·7	23·0	**36·8**	33·5	26·9	26·2	29·8	21·5	18·2	16·8	14·5	14·9
8	15·4	20·4	34·2	35·9	22·3	23·1	33·5	33·8	29·3	24·9	25·0	19·2	18·2	14·5	15·3	13·7
9	14·5	22·4	34·4	37·1	22·6	22·2	31·4	34·2	31·6	25·6	23·7	19·5	18·3	13·1	15·8	14·3
10	15·5	24·1	35·0	37·3	21·0*	20·7	27·0	30·6	28·0	26·8	19·4	20·4	17·4	15·6	16·1	14·7
11	14·6	24·9	36·8	39·2	23·0	19·7	27·6	30·1	25·5	24·3	21·0	18·9	16·0	17·3	19·4	16·5
12h m.	18·0	25·5	38·3	38·6	22·5	21·9	24·8*	25·6	22·9	22·0	18·9	16·7	16·4	17·7	17·7	17·4
1h p.	17·6	26·4	39·3	38·2	23·0	20·6	26·6	25·0	20·4	19·8	18·4	14·9	14·8	19·3	20·7	16·0
2	13·6*	**27·7**	**39·5**	39·1	23·7	20·1	24·9	25·2	17·8*	19·7	15·7	14·0	14·9	**19·6**	21·8	18·6
3	17·2	25·5	37·3	40·4	24·4	20·2	25·0	24·3*	20·1	16·2*	16·6	13·9	14·4	18·7	**21·8**	**21·2**
4	19·6	25·4	38·2	41·5	25·7	22·0	26·3	24·5	20·9	19·8	13·2	13·4	13·3	19·1	21·4	21·0
5	**20·6**	23·5	36·3	42·4	26·0	21·4	26·9	24·5	21·2	19·1	11·4*	11·5*	12·4	18·1	20·1	20·3
6	17·7	25·4	35·1	43·5	28·4	22·2	26·8	24·5	24·4	17·3	12·0	12·8	11·2	17·2	19·1	19·4
7	17·5	24·4	34·9	43·6	**29·3**	20·5	27·8	24·3*	25·9	19·8	13·4	13·1	10·4*	15·1	19·6	17·2
8	15·4	22·6	34·7	**44·7**	25·5	18·7*	28·5	27·4	24·2	19·3	16·4	12·2	11·9	14·3	17·2	17·8
9	15·3	19·1	34·9	44·5	23·4	21·2	27·0	26·9	23·8	20·5	23·0	13·3	15·2	14·1	15·7	16·0
10	15·8	16·3*	34·6	43·3	23·7	20·8	28·3	25·9	26·4	21·1	21·8	20·9	16·8	12·2*	15·4	15·1
11	14·9	20·1	34·0	41·5	23·9	19·5	29·1	26·3	27·1	23·5	24·0	20·6	17·0	13·8	16·2	14·6
12h n.	15·3	20·0	33·2	38·6	23·1	20·5	31·5	28·6	26·9	27·3	25·6	20·0	19·5	14·6	14·4	14·0
M.	16·2	22·7	35·2	39·5	23·7	21·5	29·6	29·0	25·7	23·9	21·5	18·5	16·9	16·1	17·1	16·2

ÜBER DIE COLEOPTEREN-

UND

MOLLUSKENFAUNA DES MONTE GARGANO

(UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER ADRIATISFRAGE)

VON

KARL HOLDHAUS

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 11. MAI 1911.

Inhaltsübersicht.

Vorbemerkungen.

Auf Grund geologischer und biogeographischer Tatsachen wurde durch Stache, Neumayr, E. Suess, Kobelt, Beck v. Mannagetta u. a. die Theorie vertreten, daß in junger geologischer Vergangenheit, vielleicht noch während der Quartärzeit, ein zusammenhängendes Festland sich von Unteritalien quer über die Adria hinweg nach Dalmatien erstreckte. E. Suess nannte diese hypothetische Landbrücke »Adriatis.«[1] Der Monte Gargano an der Ostküste von Italien ist als ein stehengebliebener Pfeiler dieses Adriatisfestlandes aufzufassen.

Das Alter dieses Adriatisfestlandes bleibt fraglich. Der vielfach vertretenen Anschauung, daß diese Landverbindung bis in die Quartärzeit andauerte, werden durch Tellini und A. Grund einige, wohl nicht zwingende Argumente entgegengehalten. Nach Grund mag während der Miocänzeit ein transadriatisches Festland bestanden haben, das aber bereits um die Wende von Miocän und Pliocän in Brüche ging.[2]

Meine dem Adriatisproblem gewidmeten Untersuchungen betrafen die biogeographische Seite der Frage. Eine Subvention von Seiten der hohen kaiserlichen Akademie der Wissenschaften aus dem Legate Scholz, für deren Gewährung ich auch an dieser Stelle den geziemenden Dank ausspreche, ermöglichte es mir, in den Jahren 1906 und 1907 am Monte Gargano Aufenhalt zu nehmen und die Fauna dieses Gebietes zu explorieren.

Innerhalb der Fauna von Europa sind leider bis zur Gegenwart nur wenige Tiergruppen in faunistischer und systematischer Hinsicht so gut durchgearbeitet, um als Basis für weiter ausgreifende zoogeographische Untersuchungen dienen zu können. Nur in den Gruppen der Wirbeltiere und Mollusken, sowie in einigen wenigen Insektenordnungen (Coleopteren, Lepidopteren, Orthopteren) besitzen wir einen den notwendigsten Bedürfnissen entsprechenden Grundstock von Kenntnissen. Alle anderen Tiergruppen sind nur in sehr fragmentarischer Weise untersucht.

Diesen Verhältnissen Rechnung tragend, beschränkte ich mich bei der Explorierung des Monte Gargano in erster Linie auf das Aufsammeln von Coleopteren, Mollusken und niederen Wirbeltieren. Auch Myriopoden wurden in Mehrzahl gesammelt. Die vorliegende Studie enthält eine Bearbeitung der mitgebrachten Coleopteren und Mollusken. Ich hoffe, daß in einiger Zeit auch meine Ausbeuten an Amphibien, Reptilien und Myriopoden zur Bearbeitung gelangen werden.

Ich sammelte am Monte Gargano in der Zeit vom 10. bis 30. Mai 1906 und vom 3. bis 18. April 1907. Im Jahre 1906 fand ich in dem Coleopterologen Herrn Dr. Hamilkar Stolz (Baden bei Wien) einen sammeltüchtigen Begleiter. Wir wohnten in Monte S. Angelo und explorierten die Umgebung dieses Ortes bis zum Bosco Quarto und Bosco Spigno und bis zum Lago di S. Giovanni. Im Jahre 1907 besuchte ich den Monte Gargano in Gesellschaft der Herren A. Kniž (Wien) und Moritz Hilf (Dervent). Wir sammelten zunächst durch einige Tage bei Monte S. Angelo und begaben uns dann nach Cagnano, wo ich mich fünf Tage aufhielt. Herr Hilf verblieb in Cagnano bis zum 20. Juni, um im Auftrage des Herrn O. Leonhard (Blasewitz-Dresden) Coleopteren zu sammeln. Ich spreche an dieser Stelle allen meinen Begleitern und ganz besonders auch dem unermüdlichen Förderer der Coleopterologie, Herrn O. Leonhard, den wärmsten Dank aus für die tatkräftige Unterstützung meiner Bestrebungen. Das gesamte von meinen Begleitern aufgesammelte Coleopterenmaterial lag mir zur Bearbeitung vor, zahlreiche Belegstücke interessanter Arten wurden von den Herren A. Kniž, O. Leonhard und Dr. Stolz der Sammlung des k. k. naturhistorischen Hofmuseums gespendet. Ebenso stellten mir meine Begleiter das ganze von ihnen gesammelte Material an Mollusken und Myriopoden für die Sammlung des Hofmuseums zur Verfügung.

---

[1] E. Suess, Das Antlitz der Erde, I, p. 346 bis 348, III (erste Hälfte), p. 420, 421.

[2] A. Grund, Die Entstehung und Geschichte des Adriatischen Meeres, Geograph. Jahresbericht aus Österreich, VI (1907), p. 1 bis 14. In dieser Arbeit und bei E. Suess ist die ältere Literatur über den Gegenstand zitiert. Siehe auch C. de Stefani, Géotectonique des deux versants de l'Adriatique, Ann. Soc. Géol. Belgique, XXXIII (1906), Mém., p. 193 bis 278.

Der Landschaftscharakter des Monte Gargano.

Der Monte Gargano ist ein ausgedehntes, halbinselartig ins Meer vorgebautes Kalkplateau, dessen Hochfläche in einer durchschnittlichen Höhe von 700 bis 1000 *m* gelegen ist. Der höchste Punkt, der Monte Calvo, erreicht eine Höhe von 1056 *m*. An seinen Rändern fällt das Garganomassiv fast allenthalben in sehr steiler Neigung ab, nur im nordöstlichen Teil der Halbinsel, in der Gegend von Vieste und Vico, ist der Abfall ein sanfter und allmählicher. Der Südwestrand des Garganostockes wird von der apulischen Ebene begrenzt, einer teilweise versumpften, sehr niederschlagsarmen, teils aus marinem Pliocän, teils aus marinem Quartär [1] und aus rezenten Alluvionen aufgebauten Niederung, welche den Monte Gargano vom Apennin trennt. Diese trennende Ebene hat an ihrer schmalsten Stelle eine Breite von etwa 30 *km*. Mehrere aus dem Apennin kommende kleine Flüsse bespülen den Fuß des Monte Gargano.

Seinem geologischen Aufbau [2] nach besteht der Monte Gargano zum größten Teil aus Kalken des oberen Jura und aus Dolomiten und Kalken der Kreideformation. Gefaltetes Eocän, in der Facies von Nummulitenkalk, besitzt im nordöstlichen Teil des Monte Gargano, in der Gegend von Vieste und Peschici, größere Verbreitung. Pliocäne Strandsedimente umgürten den Monte Gargano entlang seines Südrandes und Westrandes und reichen im nordwestlichen Teil des Garganomassivs bis in die Gegend von Cagnano. Im nordöstlichen Teil des Garganostockes, entlang der Küste von Cagnano über Rodi, Peschici, Vieste nach Manfredonia, fehlt nach Viola und Cassetti jede Spur von marinem Jungtertiär. Über die Verbreitung des marinen Diluviums im Umkreis des Monte Gargano mangeln genauere Untersuchungen.

Auf dem Plateau des Monte Gargano lagert an verschiedenen Stellen ein tiefgründiges lehmiges Sediment, welches einen ungemein fruchtbaren Boden liefert und auf der geologischen Karte von Viola und Cassetti als Diluvium ausgeschieden ist. Solcher Lehm liegt in beträchtlicher Mächtigkeit in der Valle Carbonara unterhalb von Monte S. Angelo, im Umkreis des Lago di S. Giovanni, bei S. Giovanni Rotondo, im Bosco Quarto, Bosco Spigno und wohl noch an zahlreichen anderen Punkten. Dieser Lehm prägt allenthalben, wo er sich vorfindet, der Vegetation einen eigenartigen Charakter auf. Hier gedeiht die kalkfeindliche Edelkastanie, hier liegen die besten Ackerfelder, hier erreichen die schönen Wälder des Garganoplateaus ihre größte Üppigkeit und nehmen jenen eigenartigen Habitus an, der in vieler Hinsicht an die schönsten unserer einheimischen Auenwälder erinnert. Die Tierformen, welche Felsboden lieben, meiden diese Areale mit lockerem Untergrund oder greifen dahin nur auf geringe Distanz aus den benachbarten Kalkböden über.

Dem Karstcharakter des Gebietes entsprechend ist der Monte Gargano überaus wasserarm. Die wenigen Bachläufe, welche nach einem stärkeren Regen Wasser führen, trocknen zu regenlosen Zeiten vollständig aus. Der Lago S. Giovanni, ein kleiner seichter Karstsee, in einer Höhe von 450 *m* gelegen, wurde vor einigen Jahren künstlich trocken gelegt. Am Nordfuß des Monte Gargano, nördlich von Cagnano, liegt eine Lagune, der Lago di Varano. Im Umkreis derselben ist stellenweise versumpftes Land, mit reicher Wasserfauna.

Das Klima des Garganoplateaus ist rauh. Im Winter fällt bei Monte S. Angelo (843 *m*) fast alljährlich Schnee, der jedoch selten längere Zeit liegen bleibt. Noch in der zweiten Hälfte Mai traten während unseres Aufenthaltes in Monte S. Angelo mehrmals Nachtfröste ein, so daß wir empfindlich unter Kälte

---

[1] Das marine Pliocän ist in der Facies von Kalktuffen, sandigem Lehm und Sanden ausgebildet, das marine Diluvium besteht aus Konglomeraten, Sandsteinen und lockeren tonigen und sandigen Sedimenten. Vgl. Viola e Cassetti, Boll. Com. geol. d'Ital., XXIV (1893), p. 124 bis 126.

[2] Vgl. C. Viola e M. Cassetti, Contributo alla geologia del Gargano, Boll. Com. geol. d'Ital., XXIV (1893), p. 99 bis 129 mit geologischer Karte.

zu leiden hatten. Umso höher steigt die Temperatur, wenn an wolkenlosen Tagen die Sonne auf die weißen Karstflächen herniederbrennt. Die Hochfläche des Monte Gargano scheint sehr niederschlagsreich. Während unseres Aufenthaltes im April und Mai fiel sehr viel Regen, der Hochsommer ist regenarm. Ein viel milderes Klima als die Hochfläche besitzen die niedrigen Teile des Monte Gargano in der Gegend von Vieste, Cagnano etc. Bei Cagnano herrscht im Sommer ebenso wie in der apulischen Ebene Malaria, während das Plateau des Monte Gargano vollkommen malariafrei ist.

Die Vegetationsverhältnisse des Monte Gargano sind der Entwicklung einer abwechslungsreichen Fauna recht günstig. Neben kultiviertem Terrain und ödem, baum- und strauchlosem Karstland finden wir ausgedehnte Wälder, stellenweise von herrlichster Unberührtheit und Üppigkeit des Wuchses. Die großen Wälder, welche die Hochfläche des Monte Gargano krönen, der Bosco Quarto, Bosco Spigno, Bosco Sfilze, Bosco d'Umbria, bestehen vorwiegend aus sommergrünen Laubbäumen (Buchen, Eschen, sommergrünen Eichen etc.). Der Untergrund dieser Wälder ist auf weite Erstreckung ein tiefgründiger steinfreier Lehmboden. Auf steinigem Kalkboden ist der Wald merklich weniger üppig und geht an vielen Stellen in mehr oder minder schüttere Bestände niedriger sommergrüner Eichen über. Kleine Wäldchen von immergrünen Laubhölzern finden sich bei Monte S. Angelo in Südexposition noch in einer Höhe von etwa 700 *m*. Unweit von Monte S. Angelo wächst auch die Edelkastanie in einigen kleinen Beständen. Typische Macchia habe ich in den von mir besuchten Teilen des Monte Gargano nirgends angetroffen. Doch nehmen nach Béguinot in der Gegend von Vieste in tiefer Lage echte Macchien ein größeres Areal ein. [1]

Coleopteren.

1. Verzeichnis der am Monte Gargano gesammelten Coleopteren.

Bei der Determination des umfangreichen Coleopterenmaterials vom Monte Gargano fand ich die liebenswürdige Unterstützung zahlreicher erfahrener Spezialisten, welchen ich auch an dieser Stelle den herzlichsten Dank für ihre wertvolle Mithilfe ausspreche. An der Bearbeitung der Gargano-Coleopteren beteiligten sich die folgenden Herren:

Dr. Max Bernhauer-Grünburg (*Staphylinidae*).

Oberrevident Josef Breit-Wien (*Ptinus*).

Henry du Buysson-Vernet (*Elateridae* der Coll. Leonhard).

Dr. Josef Daniel-Ingolstadt (*Oedemeridae, Chrysomelidae* mit Ausschluß der Halticinen).

Dr. Karl Daniel-München (*Notiophilus, Leistus, Harpalus, Ophonus, Amara, Buprestidae, Anthribidae, Lariidae*).

Capitaine Jean Sainte-Claire Deville-Epinal (*Dytiscidae, Gyrinidae, Agathidium, Clambidae, Corylophidae, Trichopterygidae, Scaphidiidae, Hydrophilidae, Nitidulidae, Cucujidae, Cryptophagidae, Phalacridae, Lathridiidae, Colydiidae, Mycetophagidae, Cisidae, Coccinellidae, Dermestidae, Helodidae, Anobiidae, Hylophilidae, Mordellidae*).

Agostino Dodero fu Giustino-Genova (*Euplectus, Anommatus*).

---

[1] A. Béguinot, Ricordi di una escursione botanica nel versante orientale del Gargano. Nuovo Giorn. bot. ital., nuova serie, XVI (1909), p. 97 bis 123. In dieser wertvollen Arbeit ist die ältere Literatur über die Vegetation des Monte Gargano zitiert.

Forstassessor H. Eggers-Alsfeld (*Tomicidae*).

Dr. A. Fleischer-Brünn (*Liodes* und *Colon*).

Direktor Ludwig Ganglbauer-Wien (*Silphidae,* exklusive *Liodini* und *Agathidiini, Cantharidae, Cerambycidae*).

Oberoffizial F. Heikertinger-Wien (*Halticini*).

Dr. R. Jeannel-Banyuls-sur-Mer (*Bathyscia*).

Sektionsrat Dr. Krekich v. Treuland-Wien (*Anthicidae*).

Professor Dr. Josef Müller-Triest (*Histeridae, Scarabaeidae*).

Oberstabsarzt Dr. Jaromir Pečírka-Prag (*Elateridae* der Ausbeuten Dr. Stolz und Holdhaus).

Angelo und Ferdinando Solari-Genova (*Curculionidae* mit Ausschluß von *Apion*).

Dr. Hans Wagner-Berlin (*Apion*).

Inspektor Alois Wingelmüller-Wien (*Cionus* und *Scymnini* der Coll. Leonhard).

Ich selbst bestimmte die *Cicindelidae,* einen großen Teil der *Carabidae,* ferner die *Pselaphidae, Scydmaenidae, Cleridae, Byrrhidae, Meloidae, Alleculidae, Tenebrionidae.*

An der Zusammenstellung des folgenden Verzeichnisses arbeitete ich im Verein mit Herrn Otto Leonhard, welcher mir mit vieler Sorgfalt verfaßte Listen der von Herrn Hilf am Gargano gesammelten Coleopteren zur Verfügung stellte.

Infolge der großen Ausdehnung des Garganostockes hielt ich es für nützlich, in der folgenden Liste bei den einzelnen Arten Detailfundorte anzuführen. Hiebei ist zu bemerken, daß die Provenienzangabe »S. Angelo« nicht nur das Plateau in unmittelbarer Nähe des Ortes bezeichnet, sondern auch beide Abhänge der Valle Carbonara bis in eine Entfernung von etwa anderthalb Gehstunden von S. Angelo. [1]

Hinsichtlich der systematischen Reihenfolge folgt das Verzeichnis dem Catalogus Coleopterorum Europae von Heyden, Reitter und Weise, 1906.

---

[1] In der Gattung *Apion* wurden durch Herrn Hilf solche Massen aufgesammelt, daß es Herrn Leonhard nicht möglich war, die einzelnen Exemplare mit Detailfundorten zu versehen. Ich mußte mich daher in dieser Gattung darauf beschränken, bei den von Hilf gesammelten Arten die Provenienzangabe »Cagnano« zu geben, die sich hier auf alle von Herrn Hilf von diesem Orte aus unternommenen Exkursionen bezieht (Umgebung des Lago di Varano, Monte Lo Sfrizzo, Costa di Manfredonia, Bosco Spigno). Dasselbe gilt von den Mordelliden und einem Teil der Scarabäiden.

Cicindelidae.

Cicindela campestris L. S. Angelo, Lago S. Giov.
— *litoralis* F. var. *nemoralis* Ol. Auf der Düne L'Isola beim Lago di Varano.

Carabidae.

Calosoma inquisitor L. Cagnano.

Carabus coriaceus L. *basilicatus* Born. S. Angelo, Cagnano.
— *Rossii* Dej. Bei S. Angelo, spärlich.
— *convexus* F. *Paganettii* Born. S. Angelo und Lo Sfrizzo, in wenigen Exemplaren gefunden.
— *intricatus* L. Herr Kniž fing ein Exemplar in einem Kastanienwäldchen bei S. Angelo.

Leistus montanus Steph. Bei S. Angelo, wenige Exemplare.
— *fulvibarbis* Dej. S. Angelo, Lago S. Giov., Cagnano.
— *rufomarginatus* Duft. S. Angelo.

Nebria brevicollis F. Bei S. Angelo häufig.
— *psammodes* Rossi. In der Valle Carbonara bei S. Angelo im ausgetrockneten Bachbett in Mehrzahl.

Notiophilus substriatus Waterh. S. Angelo, Lago S. Giov., je ein Exemplar.
— *rufipes* Curt. Lo Sfrizzo.
— *quadripunctatus* Dej. S. Angelo.

Reicheia Usslaubi Saulcy. Herr Kniž siebte ein Exemplar in einem kleinen Kastanienwäldchen am Abhang der Valle Carbonara unterhalb S. Angelo.

Asaphidion Stierlini Heyd. Lago S. Giov., ein Exemplar.

Bembidium lampros Hbst. S. Angelo (form. typ.) Lago S. Giov. (var. *properans* Steph., ein Exemplar.).
— *praeustum* Dej. S. Angelo, Costa di Manfr.
— *dalmatinum* Dej. *latinum* Netol. In der Valle Carbonara einige Stücke.
— *lunulatum* Fourcr. Lago S. Giov., Lo Sfrizzo.

Tachyta nana Gyllh. Valle Ceresaldi.

Tachys bistriatus Duft. S. Angelo, Lago S. Giov., häufig.
— *algirus* Luc. Costa di Manfr., S. Angelo.

*Trechus quadristriatu s*Schrnk. Im ganzen Gebiete häufig.

Chlaenius spoliatus Rossi. Lago S. Giov.
— *decipiens* Duf. S. Angelo, Lago S. Giov., nicht selten.
— *chrysocephalus* Rossi. S. Angelo, Lago S. Giov.
— *vestitus* Payk. S. Angelo.
— *variegatus* Fourcr. Lago S. Giov.

Badister bipustulatus F. Lago S. Giov., Valle Ceresaldi, Lo Sfrizzo.

Licinus cassideus Dej. S. Angelo.
— *silphoides* Rossi. S. Angelo.

Carterus calydonius Rossi. Lago S. Giov., wenige Exemplare.
— *tricuspidatus* F. S. Angelo, Lago S. Giov., ziemlich selten.
— *dama* Rossi. S. Angelo, Lago S. Giov., häufig.

Aristus clypeatus Rossi. Lago S. Giov., zwei Exemplare.

Acinopus picipes Ol. S. Angelo, Lago S. Giov., wenige Stücke.

Ophonus sabulicola Panz. var. *columbinus* Germ. S. Angelo, Lago S. Giov.
— *brevicollis* Serv. und
— *azureus* F. S. Angelo, Lago S. Giov., häufig.
— *meridionalis* Dej. Lago S. Giov.
— *mendax* Rossi. S. Angelo.
— *maculicornis* Duft. S. Angelo.
— *suturalis* Chaud. S. Angelo, Lago S. Giov., je ein Exemplar.
— *pubescens* Müll. Lago d. Giov., ziemlich häufig.
— *circumpunctatus* Chaud. var. *italus* Schaum. S. Angelo, Lago S. Giov., wenige Stücke.

Harpalus distinguendus Duft. S. Angelo, Lago S. Giov., häufig.
— *cupreus* Dej. S. Angelo, Lago S. Giov., ziemlich selten.
— *oblitus* Dej. Lago S. Giov.
— *dimidiatus* Rossi. Überall häufig.
— *tenebrosus* Dej. S. Angelo, Lago S. Giov., wenige Exemplare.
— *sulphuripes* Germ. Häufig.
— *honestus* Duft. S. Angelo.
— *flavicornis* Dej. S. Angelo, Lago S. Giov., ziemlich häufig.
— *anxius* Duft. Wie voriger.
— *tardus* Panz. S. Angelo, wenige Stücke.
— *serripes* Duft. Sehr gemein.

Stenolophus mixtus Hbst. var. *Ziegleri* Panz. S. Angelo, Lago S. Giov., ziemlich häufig.
— *teutonus* Schrnk. Lago S. Giov.

Acupalpus elegans Dej. Lago di Varano.
— *meridianus* L. Lago S. Giov.

Anthracus quarnerensis Reitt. Lago S. Giov., ein Exemplar.

Diachromus germanus L. S. Angelo, Lago S. Giov., wenige Stücke.

Anisodactylus binotatus Dej. Ziemlich häufig.

Amara ovata F. B. Spigno.
— *aenea* Deg. Im ganzen Gebiete häufig.
— *eurynota* Panz. S. Angelo, ein Exemplar.
— *anthobia* Villa. Lago S. Giov., Lo Frizzo.
— *lucida* Duft. Lago S. Giov., S. Angelo, wenige Stücke.
— *apricaria* Payk. Lago S. Giov., häufig.
— *consularis* Duft. Lago S. Giov.

Stomis pumicatus Panz. S. Angelo, Lo Sfrizzo (J. Daniel det.).

Pterostichus splendens Gené. Lago S. Giov., ziemlich selten (J. Daniel det.).
— *cupreus* F. S. Angelo, Lago S. Giov., ziemlich häufig.
— *cursor* Dej. Varano.
— *elongatus* Duft. Lago S. Giov.
— *niger* Schall. Cagnano.
— *vulgaris* L. Überall häufig.
— *gracilis* Dej. Lago S. Giov., wenige Stücke.

Percus bilineatus Dej. (*brunneipennis* Costa). Beim Lago S. Giov. vom Herrn Hilf gesammelt. Ein Stück auch aus der weiteren Umgebung von Cagnano. Die Exemplare sind typische *P. brunneipennis*.

Laemostenus cimmerius Fisch. Herr Dr. Stolz fing ein Exemplar beim Lago S. Giov. (Ganglbauer det.).

Platyderus neapolitanus Reiche. S. Angelo. Lago S. Giov.

Calathus latus Serv. Im ganzen Gebiete häufig.
— *ochropterus* Duft. (*mollis* auct.) Wie voriger.
— *montivagus* Dej. B. Spigno.
— *piceus* Marsh. Beim Lago S. Giov. und am Monte Lo Sfrizzo von Herrn Hilf in je einem Exemplar gefunden.

Bedelius circumseptus Germ. Lago S. Giov., ein Exemplar.

Olisthopus glabricollis Germ., S. Angelo, Lago S. Giov., nicht selten.
— *fuscatus* Dej. Ebendort, häufig.

Agonum sordidum Dej. S. Angelo, ein Exemplar.
— *dorsale* Pont. Lago S. Giov.

Lebia cyanocephala L. S. Angelo.
— *trimaculata* Vill. Lago S. Giov.
— *crux minor* L. Costa di Manfr.
— *humeralis* Dej. S. Angelo, Costa di Manfr.

Microlestes Apfelbecki Holdh. S. Angelo.
— *luctuosus* Holdh. Im ganzen Gebiete häufig.
— *Abeillei* Bris. S. Angelo.
— *fissuralis* Reitt. S. Angelo, Lago S. Giov.
— *fulvibasis* Reitt. S. Angelo.

Dromius linearis Ol. Lago S. Giov.
— *melanocephalus* Dej. Lo Sfrizzo.

Demetrias atricapillus L. S. Angelo, B. Spigno.

Polystichus connexus Fourcr. S. Angelo.

Cymindis axillaris F. var. *lineola* Duf. S. Angelo.
— *variolosa* F. S. Angelo.

Pseudomasoreus Chaudoiri Fairm. Lo Sfrizzo.

Brachynus plagiatus Reiche. S. Angelo, Lago S. Giov., in Mehrzahl.
— *Ganglbaueri* Apf. An denselben Orten, häufig.
— *crepitans* L. Lago S. Giov., wenige Stücke.
— *explodens* Duft. S. Angelo, Lago S. Giov., sehr gemein.
— *sclopeta* F. An denselben Orten, häufig.

Dytiscidae.

Haliplus obliquus F. Ebenso wie alle übrigen im folgenden genannten Dytisciden im versumpften Terrain beim Lago di Varano gesammelt.
— *mucronatus* Steph.
— *lineatocollis* Marsh. In Anzahl.
— *ruficollis* Deg. Sehr häufig.

Cnemidotus impressus Panz.

Oxynoptilus cuspidatus Kunze.

Hygrotus inaequalis F. Sehr gemein.

Bidessus pusillus Aub.
— *geminus* F.
— *thermalis* Germ. form. typ.

Hydroporus jonicus Mill.
— *memnonius* Nic. var. *incertus* Aub.

Noterus clavicornis Deg. In Anzahl.

Laccophilus variegatus Sturm. In Anzahl.

Colymbetes fuscus L.

Agabus brunneus F.
— *didymus* Ol.
— *bipustulatus* L.
— *conspersus* Marsh.

Cybister laterimarginalis Deg.

Gyrinidae.

Gyrinus caspius Mén. Beim Lago di Varano und in der Valle Carbonara bei S. Angelo.
— *Dejeani* Brull. Mit vorigem.

Staphylinidae.

Siagonium humerale Germ. B. Spigno, unter Baumrinde.

Micropeplus staphylinoides Marsh. var. *laticollis* Fiori. Lago S. Giov., S. Angelo, ziemlich selten.

— *fulvus* Er. Im ganzen Gebiete im Gesiebe häufig.

— *porcatus* Payk. Costa di Manfr.

Metopsia clypeata Müll. S. Angelo, Lago S. Giov., Lo Sfrizzo.

Megarthrus depressus Payk. S. Angelo.

Proteinus brachypterus F. Lago S. Giov.

Anthobium atrum Heer. Cagnano.

— *sorbi* Gyllh. Lo Sfrizzo, in Menge.

— *umbellatarum* Kiesw. B. Spigno.

Omalium rivulare Payk. Lago S. Giov.

— *caesum* Grav. S. Angelo, Lago S. Giov., B. Spigno.

— *italicum* Bernh. Lago S. Giov., Lo Sfrizzo.

— *cinnamomeum* Kr. Lago S. Giov., Cagnano, S. Angelo.

Xylodromus affinis Seidl. Lo Sfrizzo.

Lathrimaeum atrocephalum Gyllh. B. Spigno.

Boreaphilus velox Heer. Im ganzen Gebiete.

Trogophloeus corticinus Grav. Lago S. Giov., Lo Sfrizzo.

— *rivularis* Motsch. Varano.

Oxytelus inustus Grav. Lago S. Giov.

— *piceus* L. S. Angelo, Varano.

— *sculpturatus* Grav. Häufig.

— *speculifrons* Kr. Lago S. Giov., B. Spigno, S. Angelo.

— *tetracarinatus* Block. Im ganzen Gebiete.

Platystethus spinosus Er. Lago S. Giov..

— *nitens* Sahlb. Varano.

Stenus ater Mannh. B. Spigno.

— *Juno* Payk. Costa di Manfr.

— *longitarsis* Thoms. Varano.

— *morio* Grav. Lago S. Giov.

— *nanus* Steph. Lo Sfrizzo.

— *brunnipes* Steph. Lago S. Giov.

— *cordatus* Grav. Lago S. Giov., B. Spigno.

— *hospes* Er. Lago S. Giov., Costa di Manfr.

— *cribratus* Kiesw. S. Angelo, Lago S. Giov.

— *subaeneus* Er. S. Angelo, Lago S. Giov., Lo Sfrizzo.

— *elegans* Rosh. Lago S. Giov., Lo Sfrizzo.

— *aceris* Steph. Im ganzen Gebiete.

— *scaber* Fauv. B. Spigno, Lo Sfrizzo.

— *fuscicornis* Er. Bosco Spigno.

— *Erichsoni* Rye. S. Angelo. Cagnano.

Astenus bimaculatus Er. Lago S. Giov.

— *angustatus* Payk. An zahlreichen Stellen.

Paederus fuscipes Curt. Lago S. Giov.

Paederus riparius L. Varano.

Stilicus orbiculatus Payk. Lago S. Giov.

— *similis* Er. B. Spigno.

— *rufipes* Germ. B. Spigno, Lo Sfrizzo.

— *angustatus* Fourcr. B. Spigno.

Scopaeus didymus Er. Lago S. Giov.

— *cognatus* Rey. S. Angelo.

Medon brunneus Er. Lago S. Giov., S. Angelo, Lo Sfrizzo.

— *ripicola* Kr. Lago S. Giov., B. Spigno.

— *nigritulus* Er. Lago S. Giov., S. Angelo.

Domene stilicina Er. Lago S. Giov., Costa di Manfr., wenige Stücke.

Lathrobium multipunctatum Grav. S. Angelo, B. Spigno.

— *geminum* Kr. S. Angelo, Lago S. Giov.

Dolicaon biguttulus Lac. S. Angelo.

— *illyricus* Er. B. Spigno.

Leptolinus nothus Er. S. Angelo.

Leptacinus bathychrus Gyllh. S. Angelo.

Xantholinus punctulatus Payk. S. Angelo, B. Spigno.

— *angustatus* Steph. S. Angelo, Lago S. Giov., Lo Sfrizzo.

— *rufipennis* Er. Wie voriger.

— *linearis* Ol. S. Angelo.

— *(Typhlodes) garganicus* Bernh. In einem kleinen Kastanienwäldchen an dem nach Norden blickenden Abhang unterhalb S. Angelo vom Herrn A. Kniž und mir in je einem Exemplare gefunden.

Gauropterus fulgidus F. S. Angelo.

Othius laeviusculus Steph. An vielen Stellen häufig.

— *punctulatus* Goeze. B. Spigno.

Philonthus aeneus Rossi. S. Angelo.

— *carbonarius* Gyllh. S. Angelo.

— *concinnus* Grav. Lago S. Giov.

— *coruscus* Grav. Ebendort.

— *immundus* Gyllh. B. Spigno.

— *debilis* Grav. Lo Sfrizzo.

— *fuscipennis* Mannh. Ebendort.

— *varius* Gyll. S. Angelo. Auch var. *nitidicollis* Lac.

— *ventralis* Grav. Lago S. Giov.

— *micans* Grav. Ebendort.

— *femoralis* Hochh. Lago S. Giov., B. Spigno, Lo Sfrizzo, häufig.

— *laticollis* Fauv. S. Angelo, Lago S. Giov., Cagnano.

— *astutus* Er. B. Spigno.

— *nigritulus* Grav. Lago S. Giov.

Staphylinus olens Müll. S. Angelo, Lago S. Giov., Lo Sfrizzo.

Staphylinus garganicus Fiori. Von Professor Fiori nach Exemplaren vom Monte Gargano beschrieben. Die Form, deren spezifische Selbständigkeit übrigens zweifelhaft ist, wurde von uns nicht aufgefunden.
— *ophthalmicus* Scop. S. Angelo.
— *brunnipes* F. S. Angelo, B. Spigno, Cagnano.
— *picipennis* F. S. Angelo, B. Spigno.
— *cupreus* Rossi. S. Angelo, Lago S. Giov.
— *globulifer* Geoffr. Lago S. Giov.

Ontholestes murinus L. Costa di Manfr,

Emus hirtus L. S. Angelo, Lo Sfrizzo.

Quedius lateralis Grav. B. Spigno, Lago S. Giov., Lo Sfrizzo.
— *ochripennis* Mén. Lo Sfrizzo (form. typ.), Lago S. Giov. (var. *nigrocoeruleus* Fauv.).
— *mesomelinus* Marsh. B. Spigno.
— *cinctus* Payk. S. Angelo, Lago S. Giov., B. Spigno, in Anzahl.
— *tristis* Grav. S. Angelo, Lago S. Giov.
— *hispanicus* Bernh. Beim Lago S. Giov., zwei Exemplare.
— *picipes* Mannh. S. Angelo, Lago S. Giov., B. Spigno, häufig.
— *fumatus* Steph. An zahlreichen Orten häufig.
— *coxalis* Kr. An vielen Stellen im Gebiete nicht selten.
— *scintillans* Grav. Lago S. Giov.
— *rufipes* Grav. Lago S. Giov., Varano.
— *semiaeneus* Steph. S. Angelo, Lago S. Giov., häufig.
— *boops* Grav. Lago S. Giov., B. Spigno, Lo Sfrizzo.

Heterothops dissimilis Grav. B. Spigno.

Mycetoporus splendidus Grav. S. Angelo, B. Spigno.
— *piceolus* Rey. S. Angelo, Lo Sfrizzo, Costa di Manfr., in Menge.
— *Mulsanti* Gglb. Lago S. Giov.
— *Baudueri* Rey. An vielen Orten.
— *Reichei* Pand. Lago S. Giov., Lo Sfrizzo.
— *forticornis* Fauv. B. Spigno.
— *angularis* Rey. Lo Sfrizzo.

Mycetoporus splendens Marsh. Lago S. Giov., B. Spigno, Lo Sfrizzo.
— *rufescens* Steph. Lago S. Giov., Costa di Manfr., Lo Sfrizzo.

Bryocharis cingulata Mannh. B. Spigno.
— *analis* Payk. S. Angelo.

Boletobius exoletus Er. S. Angelo, B. Spigno.
— *trinotatus* Er. Lo Sfrizzo.
— *thoracicus* F. Lo Sfrizzo.
— *lunulatus* L. Bosco Spigno.

Conosoma pubescens Grav. S. Angelo, B. Spigno.
— *pedicularium* Grav. var *lividum* Er. An vielen Stellen.

Tachyporus solutus Er. var. *caucasicus* Kol. S. Angelo, B. Spigno, Lo Sfrizzo.
— *nitidulus* F. Häufig.
— *pusillus* Grav. Lago S. Giov.

Tachinus flavolimbatus Pand. Lago S. Giov., Costa di Manfr.

Hypocyptus longicornis Payk. S. Angelo, Lago S. Giov.

Habrocerus capillaricornis Grav. An vielen Stellen in Mehrzahl.

Trichophya pilicornis Gyll. B. Spigno.

Oligota flavicornis Lac. B. Spigno.

Gyrophaena bihamata Thoms. B. Spigno, Lo Sfrizzo.
— *laevicollis* Kr. Lo Sfrizzo.

Placusa atrata Mannh. Cagnano.

Thectura cuspidata Er. B. Spigno.

Leptusa ruficollis Er. var. *Ludyi* Epp. Lo Sfrizzo.

Caloderina hierosolymitana Saulcy. Lago S. Giov.

Bolitochara obliqua Er. B. Spigno.
— *bella* Märk. B. Spigno, Lo Sfrizzo.

Autalia rivularis Grav. B. Spigno.
— *impressa* Ol. Ebendort.

Falagria obscura Grav. B. Spigno.

Aleuonota gracilenta Er. Lago S. Giov.

Atheta gregaria Er. Lago S. Giov.
— *insecta* Thoms. Costa di Manfr.
— *angusticollis* Thoms. B. Spigno.
— *picipes* Thoms. B. Spigno.
— *palustris* Kiesw. Lo Sfrizzo.
— *amicula* Steph. Lago S. Giov.
— *testaceipes* Heer. B. Spigno.
— *gagatina* Baudi. Cagnano.
— *triangulum* Kr. Lago S. Giov., zwei Exemplare.
— *nigritula* Grav. Lo Sfrizzo.
— *trinotata* Kr. S. Angelo.
— *crassicornis* F. B. Spigno.
— *Pertyi* Heer. B. Spigno, Lo Sfrizzo.
— *oraria* Kr. Lago S. Giov.
— *laevana* Rey. Lo Sfrizzo.
— *atramentaria* Gyllh. Lo Sfrizzo.
— *longiuscula* Grav. An verschiedenen Orten in Anzahl.
— *longicornis* Grav. Lago S. Giov.
— *melanaria* Mannh. Lago S. Giov.
— *parva* Sahlb. An vielen Stellen.
— *parens* Rey. Überall häufig.
— *fungi* Grav. var. *modesta* Motsch. An vielen Orten.
— *fuscipes* Heer. Cagnano.
— *clientula* Er. Lago S. Giov., B. Spigno, Lo Sfrizzo.
— *analis* Grav. Lago S. Giov.

Atheta exilis Er. B. Spigno.

Sipalia Leonhardi Bernh. Im ganzen Gebiete im Gesiebe nicht selten.

— *plicatella* Fauv. Lo Sfrizzo, Varano, Costa di Manfr.

Notothecta inflata Fauv. S. Angelo, ein Exemplar.

Callicerus atricollis Aub. B. Spigno.

Astilbus italicus Bernh. Lago S. Giov., ein Exemplar.

Zyras collaris Payk. Lago S. Giov.

— *fulgidus* Grav. Costa di Manfr.

— *cognatus* Märk. B. Spigno.

— *similis* Märk. S. Angelo, Lago S. Giov.

— *laticollis* Märk. Lago S. Giov.

Phloeopora testacea Mannh. B. Spigno.

— *corticalis* Grav. B. Spigno.

— *angustiformis* Baudi. Ebendort.

Amarochara Bonnairei Fauv. Lo Sfrizzo, ein Exemplar.

Ocyusa nigrata Fairm. Lago S. Giov., Lo Sfrizzo.

Ocyusa defecta Rey. Lago S. Giov.

Ocalea badia Er. var. *puncticollis* Rey. B. Spigno.

Oxypoda opaca Grav. S. Angelo, Lago S. Giov.

— *vittata* Märk. B. Spigno.

— *umbrata* Gyllh. S. Angelo, B. Spigno.

— *induta* Rey. Lago S. Giov.

— *lurida* Woll. Lago S. Giov., S. Angelo, in Mehrzahl. Auch einige brachyptere Exemplare.

— *filiformis* Redtb. S. Angelo.

Homoeusa acuminata Märk. Lo Sfrizzo. Costa di Manfr.

Aleochara spissicornis Er. Lago S. Giov.

— *laticornis* Kr. Lo Sfrizzo.

— *intricata* Mannh. An vielen Orten.

— *erythroptera* Grav. S. Angelo, ein Exemplar.

— *tristis* Grav. B. Spigno.

— *lanuginosa* Grav. S. Angelo.

— *maculata* Bris. S. Angelo.

— *bipustulata* L. S. Angelo, Lago S. Giov.

Pselaphidae.

Faronus Lafertei Aub. S. Angelo.

Euplectus Agostini Raffr. S. Angelo, ein Exemplar.

— *nanus* Reichb. *Hummleri* Reitt. B. Spigno.

Trichonyx sulcicollis Reichb. Im B. Spigno in Mehrzahl aus tiefen Laublagen gesiebt, denen schimmelige Holzspäne beigemischt waren.

Brachygluta Ragusae Saulcy. S. Angelo, Lago S. Giov., auf lehmigem Boden unter Steinen nicht selten.

Bythinus italicus Baudi. An zahlreichen Lokalitäten im Laubgesiebe häufig.

— *Ludyi* Reitt. Lago S. Giov., Cagnano, wenige Stücke.

Tychus Jacquelini Boield. S. Angelo.

Pselaphus Heisei Herbst. S. Angelo.

Scydmaenidae.

Chevrolatia insignis Duv. Lago S. Giov.

Euthia Schaumi Kiesw. Costa di Manfr.

Neuraphes spec. aff. *rubicundus* Schaum. B. Spigno.

— *planiceps* Reitt. Lo Sfrizzo, in Mehrzahl.

Stenichnus Helferi Schaum. S. Angelo.

— *Hilfi* Holdh. Bei S. Angelo in geringer Anzahl gesammelt.

Scydmaenus tarsatus Müll. S. Angelo, B. Spigno.

Leptomastax hypogaeus Pirazz. und

— *Emeryi* Simon. Beide Arten beim Lago S. Giov. in wenigen Stücken auf vollkommen baum- und strauchlosem Karstterrain unter Steinen gefangen.

Mastigus Heydeni Rottb. Beim Lago S. Giov. auf einer gehölzfreien Grasflur (fern vom Wasser) am Fuße einer Steinmauer zwischen den Wurzeln von Grasbüscheln in größter Menge. Auch in der Valle Carbonara.

Silphidae.

Bathyscia (Phaneropella) Lesinae Reitt. S. Angelo, Lago S. Giov., im Laubgesiebe.

Choleva oblonga Latr. S. Angelo.

— *Sturmi* Bris. S. Angelo, Lago S. Giov.

Choleva cisteloides Fröl. Lago S. Giov.

Nargus badius Sturm. Von zahlreichen Lokalitäten.

Catopomorphus orientalis Aub. Lo Sfrizzo, B. Spigno.

Catops nigricans Spenc. Lago S. Giov.

Anemadus maritimus Reitt. S. Angelo, Lago S. Giov.

Colon affine Sturm. Lago S. Giov., Lo Sfrizzo.
— *fuscicorne* Kr. Cagnano.

Blitophaga undata Müll. S. Angelo.

Silpha Olivieri Bed. S. Angelo, Lago S. Giov.

Ablattaria laevigata F. Von zahlreichen Lokalitäten.

Liodes calcarata Er. var. *picta* Reiche. Lago S. Giov., B. Spigno.
— *algirica* Rye. B. Spigno.
— *brunnea* Sturm. Cagnano.

Colenis immunda Sturm. Von zahlreichen Lokalitäten.

Hydnobius punctatus Sturm. B. Spigno.

Anisotoma orbicularis Herbst. B. Spigno.

Amphicyllis globiformis Sahlb. B. Spigno.

Agathidium nigripenne F. B. Spigno.
— *laevigatum* Er. B. Spigno, Lo Sfrizzo.
— *laevigatulum* Reitt. Von zahlreichen Lokalitäten. (Deville et Reitter det.).
— *badium* Er. B. Spigno.
— *nigrinum* Sturm. Lo Sfrizzo.

Clambidae.

Calyptomerus dubius Marsh. Lago S. Giov., B. Spigno.

Clambus minutus Sturm. B. Spigno, Lo Sfrizzo.

Leptinidae.

Leptinus testaceus Müll. S. Angelo, Lago S. Giov., im Laubgesiebe.

Corylophidae.

Sacium spec. (*Damryi* Reitt. veris.). B. Spigno.

Arthrolips piceus Com. Lago S. Giov.

Sericoderus lateralis Gyllh. Lago S. Giov., B. Spigno.

Corylophus sublaevipennis Duv. S. Angelo.

Orthoperus coriaceus Rey. (veris.) B. Spigno.

Trichopterygidae.

Ptenidium pusillum Gyllh. Lago S. Giov.
— *laevigatum* Gillm. B. Spigno.

Ptiliolum croaticum Flach. B. Spigno, Lo Sfrizzo.

Ptilium caesum Er. Lago S. Giov.

Trichopteryx atomaria Deg. und
— *intermedia* Gillm. An zahlreichen Lokalitäten.

Scaphidiidae.

Scaphium immaculatum Ol. Lo Sfrizzo.

Scaphidium quadrimaculatum Ol. B. Spigno.

Scaphosoma agaricinum L. B. Spigno, Lo Sfrizzo.

Histeridae.

Platysoma frontale Payk. B. Spigno.
— *compressum* Hbst. B. Spigno.

Hister quadrimaculatus L. S. Angelo, Lago S. Giov., Cagnano, häufig. Neben der typischen Form vereinzelt auch var. *gagates* Ill.
— *purpurascens* Herbst var. *niger* Schmidt. Lago S. Giov.
— *stercorarius* Hoffm. S. Angelo.
— *scutellaris* Er. S. Angelo.
— *quadrinotatus* Scriba. S. Angelo.
— *sinuatus* Ill. Costa di Manfr.
— *duodecimstriatus* Schrank. S. Angelo.

Hister bimaculatus F. S. Angelo.

Epierus comptus Er. B. Spigno.

Carcinops minimus Aubé. S. Angelo, Lago S. Giov.

Paromalus flavicornis Hbst. B. Spigno.

Hetaerius ferrugineus Ol. Cagnano.

Saprinus chalcites Ill. Cagnano.
— *subnitidus* Mars. S. Angelo.
— *nitidulus* F. Cagnano.
— *speculifer* L. Cagnano.
— *conjungens* Payk. Cagnano, in Anzahl.

Saprinus Schatzmayri Müll. Lago S. Giov., ein Exemplar.

Plegaderus pusillus Rossi. B. Spigno.

Onthophilus sulcatus F. S. Angelo.
— *striatus* Forst. S. Angelo, Lago S. Giov.

Abraeus globosus Hoffm. Cagnano.

Acritus minutus Herbst. B. Spigno.
— *rhenanus* Fuss. Cagnano.
— *italicus* Reitt. Cagnano.

Hydrophilidae.

Helophorus rufipes Bosc. Lago S. Giov., Valle Carbonara.
— *alternans* Gené. Lago S. Giov.
— *aquaticus* L. var. *Milleri* Kuw. Beim Lago di Varano.
— *brevipalpis* Bed. Lago S. Giov.
— *dorsalis* Marsh. Beim Lago di Varano.

Ochthebius punctatus Steph. Lago S. Giov., Lago di Varano.
— *impressicollis* Lap. Varano, in Anzahl.

Berosus affinis Brull. Varano.

Hydrophilus piceus L. Varano.

Paracymus aeneus Germ. Beim Lago di Varano.

Philhydrus bicolor F. var. *halophilus* Bed. Auf der Düne Isola, in Menge.
— *testaceus* F. Ebendort.

Laccobius alutaceus Thoms. Beim Lago di Varano, in Anzahl.

Sphaeridium bipustulatum F. Häufig.
— *scarabaeoides* L. Cagnano.

Cercyon obsoletus Gyllh. Cagnano.
— *haemorrhoidalis* F. Cagnano.
— *flavipes* F. Lago S. Giov.

Megasternum boletophagum Marsh. Häufig.

Cantharidae.

Cantharis tristis F. S. Angelo.
— *livida* L. var. *bicolorata* Rag. Costa di Manfr., in Anzahl.
— *fulvicollis* F. Lago S. Giov.
— *lateralis* L. Lago S. Giov.
— *haemorrhoidalis* F. Häufig.

Rhagonycha fulva Scop. var. *usta* Gemm. Lago S. Giov., Cagnano.
— *femoralis* Brull. Cagnano.
— *lignosa* Müll. S. Angelo, Lago S. Giov.
— *nigrosuta* Fiori. Lo Sfrizzo.

Pygidia sicula Mars. Costa di Manfr., in Anzahl.

Malthinus seriepunctatus Kiesw. Costa di Manfr.
— *fasciatus* Ol. Costa di Manfr.
— *aeneus* L. Costa di Manfr.
— *lusitanicus* Er. var. *australis* Muls. Lago S. Giov., S. Angelo.
— *spinipennis* Germ. var. *brevispina* Kiesw. Häufig.
— *elegans* Ol. var. *emarginatus* Krauss. Von zahlreichen Lokalitäten.

Malachius geniculatus Germ. Costa di Manfr., Cagnano.
— *parilis* Er. Häufig.

Cyrtosus ovalis Lap. Lago S. Giov., Costa di Manfr.

Anthocomus fasciatus L. Costa di Manfr.

Malthodes pinnatus Kiesw. Lo Sfrizzo, Costa di Manfr.

Drilus flavescens Geoffr. Costa di Manfr.

Charopus varipes Baudi. Lago S. Giov.
— *concolor* F. Costa di Manfr.
— *apicalis* Kiesw. Lago S. Giov., Lo Sfrizzo, Cagnano.

Ebaeus lobatus Ol. Costa di Manfr.

Dasytes tristiculus Muls. Von zahlreichen Lokalitäten.
— *striatulus* Brull. und
— *aeneiventris* Küst. Häufig.
— *flavipes* Ol. Von zahlreichen Lokalitäten.

Dolichosoma simile Brull. Von zahlreichen Lokalitäten.

Psilothrix cyaneus Ol. und
— *aureolus* Kiesw. Häufig.

Danacaea aurichalcea Küst. (veris.) Häufig.

Cleridae.

Trichodes alvearius F. Im ganzen Gebiete.

Necrobia ruficollis F. S. Angelo.

Nitidulidae.

Brachypterus glaber Steph. Lago S. Giov., Cagnano.

Heterostomus pulicarius L. Cagnano.

Heterostomus villiger Reitt. S. Angelo. Cagnano.

Carpophilus rubripennis Heer. Lago S. Giov.

Carpophilus sexpustulatus F. B. Spigno.

Epuraea florea Er. B. Spigno.
— *obsoleta* F. Ebendort.

Micrurula melanocephala Marsh. Lo Sfrizzo.

Pria dulcamarae Scop. Cagnano.

Meligethes rufipes Gyllh. Cagnano.
— *anthracinus* Bris. An vielen Stellen gefangen.
— *aeneus* F. S. Angelo.
— *viridescens* F. An vielen Stellen, in Mehrzahl.
— *subrugosus* Gyllh. An vielen Stellen häufig.
— *villosus* Bris. Cagnano, wenige Stücke.
— *bidens* Bris. Cagnano, in Mehrzahl.
— *umbrosus* Sturm. S. Angelo, B. Spigno. Cagnano.
— *picipes* Sturm. Bei Cagnano in Menge.
— *flavipes* Sturm. Lago S. Giov.

Meligethes brunnicornis Sturm. Cagnano.
— *morosus* Er. Lago S. Giovanni.
— *viduatus* Sturm. S. Angelo.
— *rotundicollis* Bris. S. Angelo, Cagnano.
— *lugubris* Sturm. S. Angelo, Lago S. Giov., Cagnano.
— *planiusculus* Heer. An vielen Orten in Menge.
— *exilis* Sturm. Lago S. Giov., Cagnano, in Anzahl.
— *fumatus* Er. Cagnano, in Anzahl.
— *Erichsoni* Bris. Cagnano, ein Exemplar.
— *erythropus* Gyllh. Cagnano, wenige Stücke.
— *brevis* Sturm. B. Spigno.

Glischrochilus quadriguttatus Ol. B. Spigno.

Rhizophagus bipustulatus F. B. Spigno, in Anzahl.
— *unicolor* Luc. (*punctiventris* Baudi). Ebendort, wenige Stücke.

Cucujidae.

Silvanus unidentatus Ol. B. Spigno.

Uleiota planata L. B. Spigno.

Pediacus dermestoides F. Lo Sfrizzo.

Laemophloeus testaceus F. B. Spigno, in Mehrzahl.
— *duplicatus* Waltl. Wie voriger.
— *ferrugineus* Er. B. Spigno, ein Stück.

Cryptophagidae.

Leucohimatium elongatum Er. Costa di Manfr.

Henoticus serratus Gyllh, S. Angelo.

Micrambe vini Panz. Lago S. Giov., Cagnano, in Menge.

Cryptophagus pubescens Sturm. B. Spigno.
— *scanicus* L. Lago S. Giov., Lo Sfrizzo.
— *hirtulus* Kr. Von zahlreichen Lokalitäten.
— *cylindrus* Kiesw. Costa di Manfr., Cagnano.
— *dentatus* Herbst. Lo Sfrizzo, Costa di Manfr.
— *badius* Sturm. Wie voriger.

Cryptophagus nigritulus Reitt. (veris.) S. Angelo.
— *Milleri* Reitt. S. Angelo.
— *pilosus* Gyllh. S. Angelo.

Atomaria fuscicollis Mannh. B. Spigno.
— *atricapilla* Steph. Im ganzen Gebiete.
— *scutellaris* Motsch. Lago S. Giov., Costa di Manfr.
— *pusilla* Payk. S. Angelo, Lago S. Giov.
— *apicalis* Er. B. Spigno, Lo Sfrizzo.
— *analis* Steph. Costa di Manfr.
— *ruficornis* Marsh. Von zahlreichen Lokalitäten.

Erotylidae.

Tritoma bipustulala Thunb. Lo Sfrizzo.

Triplax lepida Fald. Ebendort.

Triplax Lacordairei Crotch. B. Spigno, Lo Sfrizzo.

Diplocoelus fagi Chevr. B. Spigno.

Phalacridae.

Phalacrus hybridus Flach var. *confusus* Guilleb. Cagnano.
— *fimetarius* F. Lago S. Giov., Costa di Manfr.

Olibrus pygmaeus Sturm. Von zahlreichen Lokalitäten.
— *flavicornis* Sturm. S. Angelo, Costa di Manfr.
— *liquidus* Er. Lago S. Giov., Costa di Manfr.

Olibrus affinis Sturm. Lago S. Giov., S. Angelo, in Mehrzahl.
— *Stierlini* Flach. Lago S. Giov.

Stilbus testaceus Panz. und
— *atomarius* L. Lago S. Giov.

Lathridiidae.

Lathridius nodifer Westw. Costa di Manfr.

Enicmus transversus Ol. Von zahlreichen Lokalitäten.

— *rugosus* Herbst. B. Spigno, Lo Sfrizzo.

Cartodere elongata Curt. Lago S. Giov., B. Spigno, Lo Sfrizzo.

Corticaria pubescens Gyllh. B. Spigno.

— *olympica* Reitt. Lago S. Giov.

Corticaria transversalis Gyllh. Ebendort.

— *distinguenda* Com. Von zahlreichen Lokalitäten.

— *fuscipennis* Mannh. Lago S. Giov.

— *gibbosa* Herbst. B. Spigno, Lo Sfrizzo.

Merophysia oblonga Kiesw. Lago S. Giov.

Coluocera formicaria Motsch. Ebendort.

Mycetophagidae.

Mycetophagus atomarius F. B. Spigno.

Typhaea fumata L. Costa di Manfr.

Sphindidae.

Sphindus dubius Gyllh. B. Spigno, Lo Sfrizzo.

Cisidae.

Cis comptus Gyllh. Lo Sfrizzo.

— *lineatocribratus* Mell. B. Spigno, Lo Sfrizzo.

— *boleti* Scop. Lo Sfrizzo.

— *setiger* Mell. Lo Sfrizzo, Costa di Manfr.

Cis hispidus Gyllh. B. Spigno, Lo Sfrizzo.

— *bicornis* Mell. Lo Sfrizzo.

Rhopalodontus fronticornis Panz. B. Spigno, Lo Sfrizzo.

Octotemnus glabriculus Gyllh. B. Spigno.

Colydiidae.

Ditoma crenata F. B. Spigno.

Cicones undatus Guér. Lo Sfrizzo.

Endophloeus markovichianus Pill. B. Spigno.

Corticus celtis Germ. Lo Sfrizzo.

Anommatus duodecimstriatus Müll. (veris.) Lago S. Giov.

Cerylon evanescens Reitt.

— *semistriatum* Perr.

— *histeroides* F. und

— *ferrugineum* Steph. Alle vier Arten im B. Spigno.

Endomychidae.

Dapsa denticollis Germ. Lo Sfrizzo, Lago S. Giov.

Lycoperdina bovistae F. S. Angelo, Lo Sfrizzo, Lago S. Giov.

Coccinellidae.

Epilachna chrysomelina F. Costa di Manfr., Varano.

Subcoccinella 24-punctata L. Häufig.

Adonia variegata Goeze. Varano.

Adalia bipunctata L. Lo Sfrizzo, Varano.

Coccinella 7-punctata L. Häufig.

— *11-punctata* L. Häufig.

— *14-pustulata* L. Lo Sfrizzo, Varano, in Anzahl.

— *conglobata* L. Von zahlreichen Lokalitäten.

Coccinella Doublieri Muls. Auf der Düne Isola.

— *12-guttata* Poda. Von zahlreichen Lokalitäten.

— *18-guttata* L. var. *formosa* Costa. Auf der Düne Isola, ein Exemplar.

— *22-punctata* L. Häufig.

Chilocorus bipustulatus L. B. Spigno, L. Sfrizzo, Costa di Manfr.

Rhizobius litura F. Von zahlreichen Lokalitäten.

Coccidula scutellata Herbst. B. Spigno

Pullus ferrugatus Moll. Cagnano.
— *auritus* Thunb. S. Angelo, Lago S. Giov., Cagnano.
— *subvillosus* Goeze. Lo Sfrizzo, in Menge.
— *pallidivestis* Muls. Cagnano.
— *ater* Kug. Lago S. Giov.

Scymnus frontalis F. Beim Lago S. Giov. einige Stücke der form. typ., bei S. Angelo und Cagnano var. *immaculatus* Suffr. in Mehrzahl.

Scymnus Apetzi Muls. Cagnano, in Menge.
— *interruptus* Goeze. Cagnano.
— *rubromaculatus* Goeze. Cagnano, in Menge.

Nephus quadrimaculatus Herbst. Cagnano.
— *bipunctatus* Kug. Cagnano.

Clitostethus arcuatus Rossi. Costa di Manfr.

Stethorus gilvifrons Muls. S. Angelo, Lago S. Giov., Cagnano.

Dermestidae.

Dermestes Frischi Kug. S. Angelo, Cagnano.
— *laniarius* Ill. Lago S. Giov.
— *ater* Ol. Lago S. Giov., Cagnano.

Attagenus pellio L. Costa di Manfr.

Globicornis picta Küst. Lago S. Giov., Lo Sfrizzo.

Anthrenus pimpinellae F. Von zahlreichen Lokalitäten.
— *signatus* Er. var. *incanus* Friv. Lo Sfrizzo.
— *verbasci* L. Costa di Manfr.

Trinodes hirtus F. B. Spigno, Costa di Manfr.

Orphilus niger Rossi. Costa di Manfr.

Byrrhidae.

Syncalypta striatopunctata Steff. S. Angelo.

Helodidae.

Cyphon coarctatus Payk. Lago di Varano.
— *variabilis* Thunb. An zahlreichen Lokalitäten in der Umgebung von Cagnano.

Cyphon padi L. Lago di Varano.

Scirtes orbicularis Panz. Lago di Varano

Elateridae.

Adelocera punctata Herbst. Costa di Manfr.

Lacon murinus L. Lo Sfrizzo.

Selatosomus latus F. S. Angelo, Costa di Manfr.

Dolopius marginatus L. Lo Sfrizzo, B. Spigno.

Agriotes turcicus Cand. Lo Sfrizzo, B. Spigno.
— *infuscatus* Desbr. Mehrere Stücke der form. typ. vom Monte Lo Sfrizzo, einige Exemplare der var. *elegans* Schwarz vom Lo Sfrizzo und B. Spigno.
— *sordidus* Ill. var. *rusticus* Schwarz. S. Angelo, Lago S. Giov.

Drasterius bimaculatus F. Lago S. Giov., Lo Sfrizzo, B. Spigno.

Cardiophorus ulcerosus Gené var. *retrominiatus* Buyss. und var. *infimus* Buyss. Von zahlreichen Lokalitäten, in Anzahl.
— *rufipes* Goeze. B. Spigno, Lo Sfrizzo.
— *cinereus* Herbst. Von zahlreichen Lokalitäten.

Cardiophorus versicolor Muls. Lo Sfrizzo, Costa di Manfr.
— *incanus* Er. S. Angelo.

Melanotus crassicollis Er. Costa di Manfr.
— *tenebrosus* Er. Von zahlreichen Lokalitäten.

Megapenthes lugens Redtb. Lo Sfrizzo.

Elater satrapa Kiesw. var. *dibaphus* Schiödte. Cagnano, ein Exemplar.
— *ferrugatus* Lac. var. *adumbratus* Buyss. Cagnano.
— *elongatus* F. Cagnano. [1]

Limonius pilosus Leske. S. Angelo.
— *parvulus* Panz. B. Spigno, Lo Sfrizzo, in Anzahl.
— *minutus* L. Lo Sfrizzo.

Athous haemorrhoidalis F. var. *Croissandeaui* Buyss. Lo Sfrizzo.
— *puncticollis* Kiesw. S. Angelo, Lago S. Giov.
— *vittatus* F. var. *impallens* Buyss. und var. *rugosior* Buyss. Lo Sfrizzo, B. Spigno, in Anzahl.

---

[1] Die *Elater*-Arten wurden von Herrn Direktor Ganglbauer revidiert.

Buprestidae.

Perotis lugubris F. Cagnano, Costa di Manfr.

Capnodis cariosa Pall. Cagnano.
— *tenebricosa* Herbst. Costa di Manfr.
— *tenebrionis* L. Cagnano.

Anthaxia hungarica Scop. Costa di Manfr.
— *viminalis* Lap. Costa di Manfr.
— *millefolii* F. Cagnano, Varano, Costa di Manfr.
— *inculta* Germ. Lo Sfrizzo, Costa di Manfr.
— *lucens* Küst. Cagnano, Costa di Manfr.
— *dimidiata* Thunb. Costa di Manfr.
— *semicuprea* Küst. Lo Sfrizzo.
— *grammica* Lap. Lo Sfrizzo, Costa di Manfr., in Anzahl.
— *nitidula* L. Costa di Manfr.

Ptosima 11-maculata Herbst. Costa di Manfredonia. Auch var. *6-maculata* Herbst.

Acmaeodera pilosellae Bon. Lo Sfrizzo.
— *flavofasciata* Pill. Costa di Manfr.
— *virgulata* Ill. Cagnano.

Agrilus sinuatus Ol. Cagnano.
— *laticornis* Ill. Lo Sfrizzo.
— *derasofasciatus* Lac. Costa di Manfr.
— *convexicollis* Redtb. Ebendort.
— *roscidus* Kiesw. Cagnano.
— *hyperici* Creutz. Costa di Manfr.

Coraebus rubi L. Costa di Manfr.
— *elatus* F. Costa di Manfr., Varano.

Trachys minuta L. Lo Sfrizzo.
— *troglodytes* Gyll. Cagnano.
— *pygmaea* F. Lo Sfrizzo.

Bostrychidae.

Psoa dubia Rossi. Lo Sfrizzo.

Ptinidae.

Gibbium scotias F. Cagnano.

Ptinus femoralis Reitt. Costa di Manfr., häufig.
— *Edmundi* Ab. Lo Sfrizzo.
— *pilosus* Müll. Lo Sfrizzo, S. Angelo.
— *subpilosus* Sturm. Lo Sfrizzo, B. Spigno, S. Angelo.

Ptinus Aubei Boield. Lo Sfrizzo, Lago S. Giov.
— *bidens* Ol. S. Angelo, Lo Sfrizzo.
— *raptor* Sturm. Lo Sfrizzo.
— *atricapillus* Kiesw. S. Angelo, ein Exemplar.

Anobiidae.

Hedobia imperialis L. Lo Sfrizzo.

Dryophilus rugicollis Muls. Costa di Manfr., Lo Sfrizzo.

Gastrallus laevigatus Ol. Cagnano.

Xestobium plumbeum Ill. Lo Sfrizzo.

Anobium emarginatum Duft. Costa di Manfr.
— *fagi* Muls. B. Spigno.

Sitodrepa panicea L. Cagnano.

Lasioderma apicatum Muls. Lago S. Giov., Lo Sfrizzo, Costa di Manfr.
— *haemorrhoidale* Ill. Lago S. Giov., Cagnano.
— *Kiesenwetteri* Reitt. Cagnano.

Mesocoelopus collaris Muls. Costa di Manfr.

Oedemeridae.

Sparedrus testaceus Andersch. Lo Sfrizzo.

Ischnomera coerulea L. Lo Sfrizzo, Costa di Manfr.

Oedemera melanopyga Schmidt. Lo Sfrizzo, ein Exemplar.
— *brevicollis* Schmidt. Cagnano, Varano, wenige Stücke.

Oedemera barbara F. Costa di Manfr.
— *flavipes* F. Häufig.
— *podagrariae* L. Varano, Costa di Manfr., Lo Sfrizzo.
— *nobilis* Scop. Sehr häufig.
— *caudata* Seidl. Wie vorige.

Pythidae.

Rhinosimus viridipennis Latr. B. Spigno (det. Seidlitz).

Hylophilidae.

Euglenes pruinosus Kiesw. Lago S. Giov., Lo Sfrizzo.

Anthicidae.

Formicomus pedestris Rossi. Häufig.

Anthicus instabilis Schmidt. Cagnano.
— *floralis* L. B. Spigno.
— *hispidus* Rossi. Lago S. Giov. Lo Sfrizzo.
— *antherinus* L. Lago S. Giov.
— *morio* Laf. Cagnano.

Anthicus fasciatus Chevr. Häufig. Neben der Stammform verschiedene Aberrationen (ab. *opacus* Rey, ab. *unifasciatus* Dej., ab. *genistae* Rossi).
— *Leonhardi* Krekich. Lago S. Giov., Lago di Varano, wenige Exemplare.
— *sanguinicollis* Laf. Costa di Manfr.

Ochthenomus tenuicollis Rossi. Lago S. Giov.

Meloidae.

Meloe violaceus Marsh. S. Angelo.
Zonabris variabilis Pall. Costa di Manfr., häufig.
Lydus europaeus Esch. Ebendort.

Zonitis praeusta F. Cagnano.
— *immaculata* Ol. Cagnano.

Ripiphoridae.

Evaniocera Dufouri Latr. Lo Sfrizzo.

Mordellidae.

Scraptia dubia Ol. und
— *ferruginea* Kiesw. Cagnano.

Trotomma pubescens Kiesw. Von zahlreichen Lokalitäten.

Mordella bipunctata Germ.,
— *aculeata* L. und
— *frontalis* L. Cagnano.

Mordellistena nana Motsch. Lago S. Giov.
— *episternalis* Muls.,
— *brevicauda* Boh. und
— *micans* Germ. Häufig.
— *pumila* Gyllh. Von zahlreichen Lokalitäten in Anzahl.

Anaspis pulicaria Costa. Häufig.
— *nigripes* Bris. Cagnano, Lago S. Giov.
— *ruficollis* F. (sensu Schilsky). Cagnano
— *subtestacea* Steph. Cagnano.
— *Geoffroyi* Müll. Häufig.
— *maculata* Geoffr. Bei Cagnano häufig.
— *flava* L. Cagnano, Lago S. Giov.
— *palpalis* Gerh. Cagnano.
— *quadrimaculata* Gyllh. Cagnano.
— *varians* Muls. Lago S. Giov.
— *brunnipes* Muls. Cagnano.

Lagriidae.

Lagria hirta L. S. Angelo, Lago S. Giov., Costa di Manfr.

Alleculidae.

Gonodera luperus Herbst. Von zahlreichen Lokalitäten.
— *metallica* Küst. Lago S. Giov., Lo Sfrizzo, Costa di Manfr.

Isomira testacea Seidl. Im ganzen Gebiete recht häufig.

Isomira ferruginea Küst. Lago S. Giov., Lo Sfrizzo, Costa di Manfr.

Podonta italica Baudi. Von Herrn Hilf bei Cagnano in Mehrzahl gesammelt.

Megischia curvipes Brull. Lago S. Giov., S. Angelo.

Tenebrionidae.

Tentyria italica Sol. S. Angelo, zusammen mit *Asida Fiorii*, vereinzelt, ein Stück auch vom Monte-Lo Sfrizzo.

Stenosis angustata Herbst. S. Angelo, ziemlich häufig.

Asida Fiorii Leoni. Am Plateau unmittelbar östlich von S. Angelo im April und Mai unter Steinen nicht selten.

Blaps gibba Cast. S. Angelo, Lago S. Giov., Varano, häufig.

Pedinus meridianus Muls. Bei Monte S. Angelo sehr häufig.

Dendarus dalmatinus Germ. S. Angelo, Lo Sfrizzo, vereinzelt.

Gonocephalum pusillum F. S. Angelo, Lago S. Giov., wenige Stücke.

Gonocephalum prolixum Er. S. Angelo, ein Exemplar.

Opatrum melitense Küst. Bei S. Angelo gemein.

Oochrotus unicolor Luc. Lago S. Giov.

Acanthopus caraboides Petag. Costa di Manfr., B. Spigno.

Helops Rossii Germ. S. Angelo, Costa di Manfr..
— *exaratus* Germ. S. Angelo, Lo Sfrizzo, Costa di Manfr.
— *planipennis* Küst. S. Angelo, Lo Sfrizzo, nicht selten.
— *dermestoides* Ill. S. Angelo, Costa di Manfr., vereinzelt.
— *dryadophilus* Muls. Costa di Manfr., Lo Sfrizzo, in Mehrzahl.

Cerambycidae.

Acmaeops collaris L. B. Spigno, Costa di Manfr.

Leptura livida F. Lago S. Giov.
— *bifasciata* Müll. Cagnano.
— *hastata* Sulz. Cagnano.

Grammoptera ruficornis F. Lo Sfrizzo.

Brachypteroma ottomanum Heyd. Lo Sfrizzo.

Stenopterus rufus L. Costa die Manfr.
— *praeustus* F. Costa di Manfr.

Obrium bicolor Kr. Lo Sfrizzo.

Cerambyx Scopolii Fuessl. Varano, Costa di Manfr.

Callidium variabile L. Lo Sfrizzo.

Purpuricenus Koehleri L. Cagnano.

Plagionotus scalaris Brull. Costa di Manfr.

Clytus rhamni Germ. Varano, Costa die Manfr.

Clytanthus trifasciatus F. Costa di Manfr.
— *sartor* F. Varano, Costa di Manfr.
— *figuratus* Scop. Costa di Manfr.

Anaglyptus gibbosus F. Lago S. Giov., Cagnano.

Parmena balteus L. var. *unifasciata* Rossi. Lo Sfrizzo, Costa di Manfr.

Dorcadion arenarium Scop. *subcarinatum* J. Müll. Auf der Hochfläche unmittelbar östlich der Ortschaft S. Angelo, unter Steinen häufig.
— *femoratum* Brull. In Gesellschaft der vorigen Art.

Dorcatypus tristis F. S. Angelo.

Morimus asper Sulz. S. Angelo.

Pogonochaerus hispidus L. Costa di Manfr.

Niphona picticornis Muls. Ebendort.

Calamobius filum Rossi. Lago S. Giov., Cagnano.

Agapanthia Dahli Richt. Costa di Manfr.
— *cardui* L. An vielen Orten gefunden.

Tetrops praeusta L. Lago S. Giov.

Phytoecia rufipes Ol. Costa di Manfr.
— *virgula* Charp. Lago S. Giov.
— *vulnerata* Muls. Lago S. Giov., Costa die Manfr., Varano.
— *rufimana* Schrk. Cagnano.
— *coerulescens* Scop. Lago S. Giov., Costa di Manfr.

Chrysomelidae.

Orsodacne lineola Panz. Lo Sfrizzo, Costa di Manfr., B. Spigno.

Donacia apricans Lac.? Ein Exemplar beim Lago di Varano am 20. Mai.

Lema melanopus L. Lago S. Giov.

Crioceris 12-punctata var. *dodecastigma* Suffr. Lago S. Giov., Cagnano.
— *paracenthesis* L. An denselben Orten.

Labidostomis taxicornis F. An vielen Orten.

Lachnaea italica Wse. An vielen Orten.

Macrolenes dentipes Ol. Costa di Manfr., im Juni in Menge.

Tituboea biguttata Ol. var. *dispar* Luc. Cagnano, Costa di Manfr., im Juni zahlreich.

Gynandrophthalana aurita L. Lo Sfrizzo.
— *affinis* Hellw. Lago S. Giov.
— *cyanea* F. S. Angelo.

Chilotoma musciformis Goeze. var. *Paganettii* J. Dan. Lago S. Giov.

Coptocephala scopolina L. Bei Cagnano häufig.

Cryptocephalus tricolor Rossi. Cagnano, in Menge.
— *ilicis* Scop. Cagnano.
— *trimaculatus* Rossi. Cagnano, in Anzahl.
— *bipunctatus* L. var. *sanguinolentus* Scop. Lago S. Giov.
— *rugicollis* Ol. An vielen Orten häufig.
— *cristula* Duf. var. *rugulipennis* Suffr. An zahlreichen Orten.
— *marginellus* Ol. var. *romanus* Weise. S. Angelo.
— *frenatus* Laich. Cagnano, in Anzahl.
— *flavipes* F. Lago S. Giov., B. Spigno.
— *turcicus* Suffr. Lago S. Giov.
— *Czwalinae* Weise. Cagnano.
— *labiatus* L. Cagnano, in Anzahl.
— *Moraei* L. Wie voriger.
— *signaticollis* Suffr. Lago S. Giov., Cagnano, häufig.
— *septimaniensis* Pic.? Lago S. Giov. Herr Dr. J. Daniel schreibt mir über diese Art: »Ich besitze ein Stück dieser Art auch aus Südfrankreich, weshalb ich auf die Vermutung komme, daß die Pic'sche Art, die aber wie immer ungenügend beschrieben ist, vorliegt. Am nächsten mit *Cr. macellus* verwandt.«

Pachybrachys etruscus Weise. S. Angelo, Costa di Manfr.

Colaspidea oblonga Blanch. Auf der Düne Isola.

Gastroidea ruficollis F. Varano, Costa di Manfr., häufig.

Timarcha nicaeensis Villa. S. Angelo, Lago S. Giov., Costa di Manfr., häufig.

Chrysomela atra H. Schäff. Bei S. Angelo ein Exemplar.
— *vernalis* Brull. var. *Heeri* Küst. Bei S. Angelo unter Steinen sehr häufig.
— *rossia* Ill. Lago S. Giov., S. Angelo.
— *Banksi* F. An zahlreichen Orten.
— *interstincta* Suffr. S. Angelo, ein Exemplar.
— *Reuleauxi* Brenske. Bei Cagnano ein Exemplar am 28. April.
— *americana* L. S. Angelo, Düne Isola.
— *grossa* F. S. Angelo, Lago S. Giov., Costa di Manfr.
— *lutea* Pet. Lo Sfrizzo, Costa di Manfr., in Anzahl.

Phaedon cochleariae F. Lo Sfrizzo, B. Spigno, sehr häufig.

Malacosoma lusitanica L. An vielen Orten häufig.

Luperus calaber J. Dan. Lago S. Giov.
— *pygmaeus* Joann. form. typ. et var. *garganensis* J. Dan. Lago S. Giov., S. Angelo, B. Spigno, in Anzahl.
— *Biraghii* Ragusa. Von Dr. Stolz beim Lago S. Giov. gefangen.

Lochmaea crataegi Forst. Lago S. Giov., S. Angelo, Lo Sfrizzo, in Anzahl.

Galerucella xanthomelaena Schrk. Auf der Düne Isola.

Diorhabda elongata Brull. Düne Isola, in Anzahl.

Galeruca Reichei Joann. S. Angelo.
— *rufa* Germ. S. Angelo, Lago S. Giov.

Podagrica malvae Ill. *semirufa* Küst. Lago S. Giov., Cagnano, nicht selten.
— *fuscicornis* L. var. *chrysomelina* Waltl. S. Angelo, Lago S. Giov., Varano, häufig.

Crepidodera ferruginea Scop. Lago S. Giov., Lo Sfrizzo.
— *impressa* F. Lo Sfrizzo.

Orestia alpina Germ. Im B. Spigno von Herrn Hilf am 24. und am 27. April in je einem Exemplare gefunden.

Mantura cylindrica Mill. S. Angelo, Costa di Manfr., je ein Stück.

Chaetocnema tibialis Ill. Lago S. Giov., B. Spigno, Costa di Manfr.
— *conducta* Motsch. Lago S. Giov.

Psylliodes gibbosa All. An vielen Orten häufig.
— *latifrons* Weise. Costa di Manfr.
— *chrysocephala* L. Die typische Form auf der Costa di Manfr., ab. *collaris* Weise ebendort, sowie bei S. Angelo und beim Lago S. Giov. häufig.
— *napi* F. Lo Sfrizzo, Costa di Manfr., B. Spigno.
— *Milleri* Kutsch. Lago S. Giov., B. Spigno, Lo Sfrizzo, Costa di Manfr., an letzterer Lokalität in Anzahl.
— *cuprea* Koch. S. Angelo, Lago S. Giov., Costa di Manfr.
— *pyritosa* Kutsch. Varano.
— *instabilis* Foudr. S. Angelo, Costa di Manfr., Lo Sfrizzo.
— *circumdata* Redtb. Lago S. Giov., Cagnano.
— *hyoscyami* Ill. Costa di Manfr.
— *chalcomera* Ill. Lago S. Giov., Costa di Manfr.
— *luteola* Müll. An vielen Orten häufig.
— *laevifrons* Kutsch. Costa di Manfr.

Haltica brevicollis Foudr. S. Angelo, Lago S. Giov.
— *oleracea* L. Cagnano.

Hermaeophaga mercurialis F. Costa di Manfr., B. Spigno.

Batophila aerata Marsh. Lago S. Giov., S. Angelo, in Anzahl.

Phyllotreta ochripes Curt. Ein Stück der form. typ. auf der Costa di Manfr., ein Stück der ab. *cruciata* im B. Spigno.
— *variipennis* Boield. An vielen Orten häufig.
— *parallela* Boield. S. Angelo, Costa di Manfr.
— *vittula* Redtb. Lago S. Giov. (8. April, Hilf).
— *atra* F. Lago S. Giov.
— *cruciferae* Goeze. Lago S. Giov., B. Spigno, Costa di Manfr.
— *aerea* All. Von zahlreichen Lokalitäten.
— *procera* Redtb. Wie vorige.
— *nigripes* F. An vielen Orten häufig.

Aphthona flaviceps All. Von zahlreichen Lokalitäten.
— *nigriceps* Redtb. Costa di Manfr., in Anzahl.
— *venustula* Kutsch. An vielen Orten häufig.
— *pygmaea* Kutsch. Wie vorige.
— *semicyanea* All. form. typ. und var. *punctatissima* Weise. Lago S. Giov., Costa di Manfr., in Anzahl.

Longitarsus Linnaei Duft. S. Angelo, Lago S. Giov.
— *echii* Koch ab. *tibialis* Duft. Beim Lago di Varano.
— *aeneus* Kutsch. Lago S. Giov., Varano.
— *obliteratus* Rosh. Lago S. Giov., Costa di Manfr.
— *niger* Koch. S. Angelo, Costa di Manfr.
— *parvulus* Payk. Lago S. Giov., Costa di Manfr.
— *luridus* Scop. An verschiedenen Lokalitäten häufig, die meisten Exemplare ungeflügelt.
— *minusculus* Foudr. Lo Sfrizzo, Cagnano, B. Spigno.
— *suturalis* Marsh. Lago S. Giov., Costa di Manfr., Varano.
— *melanocephalus* Deg. Lo Sfrizzo, Varano, B. Spigno.
— *nigrocillus* Motsch. Costa di Manfr.

Longitarsus nigrofasciatus Goeze. Lago S. Giov., geflügelte und ungeflügelte Exemplare.
— *tabidus* F. Lago S. Giov., Costa di Manfr.
— *exoletus* L. var. *rufulus* Foudr. Beim Lago di Varano und auf der Costa di Manfr., in Anzahl.
— *ballotae* Marsh. Von zahlreichen Lokalitäten.
— *succineus* Foudr. form. typ. und var. *perfectus* Weise. Wie voriger.
— *ochroleucus* Marsh. S. Angelo.

Dibolia femoralis Redtb. S. Angelo.

Sphaeroderma rubidum Graëlls. Lago S. Giov.

Hispa atra L. Von zahlreichen Lokalitäten.

Cassida viridis L. Lo Sfrizzo.
— *rubiginosa* Müll. Lago S. Giov., Cagnano.
— *subferruginea* Schrk. Costa di Manfr., Cagnano.
— *margaritacea* Schall. Lago S. Giov.

Lariidae.

Spermophagus sericeus Geoffr. Häufig.

Laria laticollis Boh. Lago S. Giov., Costa di Manfr.
— *loti* Payk. An vielen Stellen.
— *pallidicornis* Boh. S. Angelo.
— *tristicula* Fahr. S. Angelo.
— *rufimana* Boh. Häufig.
— *pisorum* L. Von zahlreichen Lokalitäten.
— *viciae* Ol. Wie vorige.
— *brachialis* Fahr. Costa di Manfr., B. Spigno, Lo Sfrizzo.
— *nubila* Boh. S. Angelo, Lago S. Giov.
— *luteicornis* Ill. Lago S. Giov., B. Spigno, Lo Sfrizzo.

Bruchidius marginalis F. S. Angelo, Lago S. Giov., Lo Sfrizzo.
— *unicolor* Ol. Lago S. Giov., Costa di Manfr.
— *nudus* All. Costa di Manfr.
— *tuberculatus* Hochh. Lo Sfrizzo.

Bruchidius nanus Germ. Von zahlreichen Stellen.
— *bimaculatus* Ol. Wie voriger.
— *meleagrinus* Géné. Lago S. Giov., Costa di Manfr.
— *murinus* Boh. Häufig.
— *foveolatus* Gyllh. Häufig.
— *tibialis* Boh. Lago S. Giov., Costa di Manfr., Varano.
— *poecilus* Germ. Von zahlreichen Stellen.
— *dispar* Gyllh. Häufig.
— *varius* Ol. Von zahlreichen Lokalitäten.
— *perparvulus* Boh. Cagnano.
— *pauper* Boh. Costa di Manfr.
— *sericatus* Germ. Lo Sfrizzo, Costa di Manfr., Varano.
— *cisti* F. Von zahlreichen Lokalitäten.
— *velaris* Fahr. Lo Sfrizzo, B. Spigno.
— *Mulsanti* Bris. Lo Sfrizzo, Costa di Manfr.
— *pusillus* Germ. Von zahlreichen Lokalitäten.

Anthribidae.

Urodon flavescens Küst. Beim Lago di Varano.

Platystomus albinus L. B. Spigno.

Tropideres bilineatus Germ. Bei Cagnano in Menge.

Curculionidae.

Otiorrhynchus turgidus Germ. *ovoideus* Solari. S. Angelo, Cagnano.
— *alutaceus* Germ. *coarcticornis* Sol. Beim Ostende des Lago S. Giov. nächst der Straße auf waldfreiem Terrain unter Steinen in Mehrzahl gefunden, ferner an verschiedenen Lokalitäten in der Umgebung von Cagnano.

Otiorrhynchus aurifer Boh. S. Angelo, Lago S. Giov., vereinzelt.

Otiorrhynchus spalatrensis Stierl. *transadriaticus* K. Dan. S. Angelo, Lago S. Giov., Cagnano, Costa di Manfr., auf verschiedenem Gesträuch nicht selten.
— *crinipes* Mill. *pilipes* Leoni. S. Angelo, Lago S. Giov., Lo Sfrizzo, Costa di Manfr., auf Gesträuch, namentlich auf wilden Rosen, nicht selten.
— *perdix* Ol. Bei S. Angelo häufig, auch beim Lago S. Giov. und an verschiedenen Lokalitäten in der Umgebung von Cagnano.
— *rugosostriatus* Goeze. Lago S. Giov., Lo Sfrizzo, Bosco Spigno.
— *indefinitus* Sol. S. Angelo, Lago S. Giov., B. Spigno, Costa di Manfr., ziemlich selten.
— *echidna* Dan. Lago S. Giov., wenige Exemplare.
— *Jovis* Mill. *Holdhausi* Sol. In den Kastanienwäldchen nächst S. Angelo, sowie beim Lago S. Giov., auf Gesträuch in Gesellschaft von *O. perdix*, sehr selten.

Stomodes Amorei Desbr. S. Angelo, Lago S. Giov., im Laubgesiebe, selten.

Peritelus parvulus Seidl. An zahlreichen Lokalitäten im Laubgesiebe.

Meira neapolitana Faust. B. Spigno.

Mylacus Brancsiki Reitt. B. Spigno, Lo Sfrizzo, Costa di Manfr., wenige Exempl. (det. Reitter.)

Argoptochus Schwarzi Reitt. Beim Lago S. Giov. auf trockenen grasigen Abhängen in Mehrzahl gekötschert, vereinzelt am Lo Sfrizzo und auf der Costa di Manfr.

Phyllobius maculicornis Germ. var. (Übergang zu *Ph. lucanus* Sol.). S. Angelo.
— *romanus* Faust. Lo Sfrizzo.
— *lonpilis* Boh. Lo Sfrizzo.
— *oblongus* L. Von verschiedenen Lokalitäten.
— *sinuatus* F. Costa di Manfr.

Metallites Pirazzolii Stierl. Lo Sfrizzo.
— *Doderoi* d'Amore. Ebendort.

Polydrosus cervinus L. Lo Sfrizzo, S. Angelo, Lago S. Giov.
— *Emeryi* Desbr. Lago S. Giov., Lo Sfrizzo, Costa di Manfr., häufig.
— *picus* F. Lago S. Giov., B. Spigno, Cagnano.
— *curtulus* Schilsky. Nach Exemplaren der Coll. Leonhard vom Monte Gargano beschrieben.

Brachysomus hirtus Boh. An vielen Stellen im Laubgesiebe häufig.

Sitona limosus Rossi. Lago S. Giov.
— *lineatus* L. Häufig.
— *verecundus* Rossi. Costa di Manfr.
— *sulcifrons* Thunbg. S. Angelo, B. Spigno, Lo Sfrizzo.
— *ophthalmicus* Desbr. Costa di Manfr.
— *gemellatus* Gyllh. Ebendort.
— *puncticollis* Steph. Lo Sfrizzo, Costa di Manfr.
— *flavescens* Marsh. S. Angelo, Lo Sfrizzo.

Sitona crinitus Hbst. S. Angelo, Costa di Manfr.
— *humeralis* Steph. Lago S. Giov., Costa di Manfr.

Brachycerus algirus F. Bei S. Angelo, in Gesellschaft der folgenden Art, selten.
— *undatus* F. Bei S. Angelo am Plateau unmittelbar östlich des Ortes sehr häufig.

Leucosomus pedestris Poda. S. Angelo.

Coniocleonus nigrosuturatus Goeze. S. Angelo, Lago S. Giov.

Pachycerus varius Herbst. Cagnano.
— *scabrosus* Brull. Lago S. Giov., Costa di Manfr.

Cyphocleonus morbillosus F. S. Angelo.

Cleonus piger Scop. S. Angelo, Costa di Manfr.

Pseudocleonus cinereus Schrk. S. Angelo.

Lixomorphus barbarus Ol. Lago S. Giov.

Lixus umbellatarum F. Lago S. Giov.
— *iridis* Ol. Lago S. Giov., Costa di Manfr.
— *myagri* Ol. Lago S. Giov., Cagnano.
— *acicularis* Germ. Costa di Manfr.
— *ascanii* L. var. *albomarginatus* Boh. S. Angelo, Cagnano.
— *elongatus* Goeze. Lago S. Giov., Cagnano.
— *algirus* L. Costa di Manfr.
— *cardui* Ol. S. Angelo, Lago S. Giov., Costa di Manfr., häufig.
— *scolopax* Boh. Costa di Manfr.

Larinus vittatus F. var. *albarius* Bed. Costa di Manfr.
— *carinirostris* Gyllh. Ebendort.
— *maurus* Ol. Cagnano.
— *cynarae* F. S. Angelo, Costa di Manfr.
— *latus* Herbst. Costa di Manfr.
— *scolymi* Ol. S. Angelo, Costa di Manfr.
— *obtusus* Gyll. Cagnano.
— *planus* F. Lago S. Giov.

Bangasternus orientalis Cap. Lago S. Giov., Varano.

Rhytirrhinus deformis Reiche. Beim Lago S. Giov. auf einem schattseitigen grasigen Abhang in den Wurzeln von Grasbüscheln entlang einer Steinmauer in Gesellschaft überaus zahlreicher *Mastigus Heydeni*, sehr selten.

Anisorrhynchus monachus Germ. S. Angelo, Lago S. Giov.

Alophus nictitans Boh. S. Angelo.

Liosoma Baudii Bed. S. Angelo, Lago S. Giov., B. Spigno, im Laubgesiebe, selten.

Aparopion costatum Fahrs. B. Spigno.

Hypera philanthus Ol. Lago S. Giov., Costa di Manfr.
— *crinita* Boh. Lago S. Giov., Cagnano.
— *salviae* Schrk. Cagnano.

Phytonomus punctatus F. Lago S. Giov., S. Angelo.
— *pastinacae* Rossi. Cagnano.

Phytonomus meles F. Lago S. Giov., B. Spigno.
— *arator* L. Costa di Manfr.
— *murinus* F. Ebendort.
— *variabilis* Hbst. Lago S. Giov.
— *trilineatus* Marsh. Ebendort sowie auf der Costa di Manfr.

Limobius borealis Payk. Von zahlreichen Lokalitäten.

Conialus tamarisci F. ab. *Mimonti* Boield. Cagnano.

Pachytychius haematocephalus Gyllh. S. Angelo, Lago S. Giov.
— *squamosus* Gyllh. Varano, Costa di Manfr.

Aubeonymus carinicollis Luc.? S. Angelo, wenige Exemplare.

Jekelia ephippiata Fairm. S. Angelo, ein Exemplar.

Smicronyx cyaneus Gyllh. Lago S. Giov., Varano, Costa di Manfr. [1]

Tanysphyrus lemnae Payk. Varano.

Orthochaetes insignis Aubé. Lago S. Giov., B. Spigno.

Acalles denticollis Germ. Costa di Manfr.
— *Aubei* Boh. Lo Sfrizzo.
— *Brisouti* Reitt. S. Angelo, Lago S. Giov., B. Spigno etc., im Laubgesiebe ziemlich häufig.
— *hypocrita* Boh. B. Spigno, Lo Sfrizzo.

Torneuma Andreinii Sol. Gegenüber Monte S. Angelo in einem kleinen immergrünen Wäldchen am linken Abhang der Valle Carbonara unter Steinen zwei Exemplare.

Haplomerus siculus Kr. Lago S. Giov., Costa di Manfr., auf gehölzfreien Grasfluren in Menge.

Mononychus punctumalbum Hbst. Lago S. Giov., B. Spigno.

Cidnorrhinus quadrimaculatus L. Lago S. Giov., B. Spigno.

Allodactycus exiguus Ol. Lago S. Giov., Costa di Manfr.
— *affinis* Payk. S. Angelo.

Coeliodes dryados Gmel. Lago S. Giov., Lo Sfrizzo.
— *ruber* Marsh. Costa di Manfr., B. Spigno.
— *rubricus* Gyllh. Varano.

Rhinoncus guttalis Grav. Lago S. Giov.

Phrydiuchus topiarius Germ. Lago S. Giov.

Ceutorrhynchidius horridus Panz. Von zahlreichen Lokalitäten.
— *urens* Gyllh. Cagnano.

Ceutorrhynchus terminatus Hbst. Von zahlreichen Lokalitäten.
— *mixtus* Rey. Lago S. Giov.
— *floralis* Payk. B. Spigno, Costa di Manfr.
— *posthumus* Germ. Lago S. Giov., ein Stück.
— *uniformis* Gyllh. Ebendort, zwei Exemplare.
— *sinapis* Desbr. Wie voriger.
— *geographicus* Goeze. Lago S. Giov., Cagnano.

Ceutorrhynchus Beckeri Schultze. Lago S. Giov., Costa di Manfr.
— *Javeti* Bris. Lago S. Giov., B. Spigno.
— *trimaculatus* F. Lago S. Giov., Lo Sfrizzo, B. Spigno.
— *asperifoliarum* Gyllh. Lago S. Giov., Cagnano.
— *urticae* Boh. Lago S. Giov., Costa di Manfr.
— *cinnamomeus* Schultze. Lago S. Giov., ein Stück.
— *molitor* Gyllh. Wie voriger.
— *campestris* Gyllh. Costa di Manfr.
— *chrysanthemi* Germ. Lo Sfrizzo.
— *marginatus* Payk. Lago S. Giov., S. Angelo.
— *Ragusae* Bris. Lago S. Giov., B. Spigno, Costa di Manfr.
— *pollinarius* Forst. Lago S. Giov.
— *pleurostigma* Marsh. Von zahlreichen Lokalitäten.
— *fulvitarsis* Bris. Lago S. Giov., S. Angelo.
— *puncticollis* Boh. B. Spigno.
— *Duvali* Bris. Lago S. Giov., Costa di Manfr.
— *assimilis* Payk. Costa di Manfr.
— *curvirostris* Schultze. Lago S. Giov., S. Angelo, Lo Sfrizzo.
— *nanus* Gyllh. S. Angelo, Lo Sfrizzo.
— *atomus* Boh. S. Angelo.
— *consputus* Germ. Lago S. Giov., Costa di Manfr.
— *quadridens* Panz. Ebendort.
— *sulcicollis* Payk. Lo Sfrizzo, Costa di Manfr.
— *picitarsis* Gyllh. Von zahlreichen Lokalitäten.
— *viridipennis* Bris. Wie voriger.
— *erysimi* F. Von zahlreichen Lokalitäten.
— *contractus* Marsh. Häufig.
— *hirtulus* Germ. Lago S. Giov., sehr häufig, auch auf der Costa di Manfr.
— *chalybaeus* Germ. Cagnano.
— *Leonhardi* Sol. S. Angelo, Lago S. Giov., Varano.
— *timidus* Weise. Lago S. Giov., Lo Sfrizzo, Varano.
— *laetus* Rosh. B. Spigno.

Baris angusta Bris. Lago S. Giov.
— *cuprirostris* F. Varano.
— *lepidii* Germ. var. *monticola* Solari. Lago S. Giov., S. Angelo.
— *chlorizans* Germ. S. Angelo.
— *Villae* Com. Lo Sfrizzo, Costa di Manfr.
— *atricolor* Boh. Cagnano.

Sphenophorus piceus Gyllh. Lago S. Giov.

Balaninus pellitus Boh. Lago S. Giov.
— *villosus* F. Lo Sfrizzo.
— *turbatus* Gyllh. Von verschiedenen Lokalitäten.

Balanobius pyrrhoceras Marsh. Lo Sfrizzo, B. Spigno.

Anthonomus rubi Herbst. var. *inornatus* Dan. An zahlreichen Lokalitäten.

[1] Unser Material enthält noch eine weitere *Smicronyx*-Art, deren Determination derzeit nicht möglich ist.

Anthonomus pedicularius L. Wie voriger.
— *inversus* Bed. Costa di Manfr.
— *Chevrolati* Desbr. Costa di Manfr.
— *rufus* Gyllh. S. Angelo, Costa di Manfr.
— *pomorum* L. var. *Faillae* Desbr. B. Spigno, Lo Sfrizzo.

Bradybatus elongatutus Boh. Lo. Sfrizzo.
— *Kellneri* Bach var. *subfasciatus* Gerst. und
— *Creutzeri* Germ. Ebendort.

Tychius quinquepunctatus L. Lago S. Giov., B. Spigno.
— *Holdhausi Solari* in litt. Lago S. Giov. [1]

Sibinia attalica Gyllh. Lago S. Giov., Costa di Manfr.
— *pellucens* Scop. var. *Roelofsi* Desbr. S. Angelo, Lago S. Giov.
— *viscariae* L. Lago S. Giov.

Orchestes Quedenfeldti Gerh. Varano, Costa di Manfr.
— *flavidus* Bris. Lago S. Giov.
— *fagi* L. B. Spigno.

Rhamphus pulicarius Hbst. Lago S. Giov., Costa di Manfr.

Mecinus pyraster Herbst var. *andalusicus* Faust. B. Spigno.
— *janthinus* Germ. Lo Sfrizzo.

Gymnetron pascuorum Gyllh. var. *bicolor* Gyllh. Lago S. Giov., B. Spigno, Costa di Manfr.
— *variabile* Rosh. Beim Lago S. Giov. in Mehrzahl. Neben der typischen Form auch ab. *haemorrhoidale* Bris.
— *rostellum* Herbst. var. *aper* Desbr. Lago S. Giov., ein Exemplar.
— *herbarum* Bris. Costa di Manfr., Lo Sfrizzo.
— *antirrhini* Payk. Lo Sfrizzo.
— *netum* Germ. Costa di Manfr., Varano.
— *bipustulatum* Rossi. Ebendort.

Miarus plantarum Germ. B. Spigno, Lago S. Giov.

Cionus Olivieri Rosh. Costa di Manfr.
— *hortulanus* Geoffr. Costa di Manfr., Cagnano.
— *thlaspi* F. Cagnano.
— *fraxini* Deg. Costa di Manfr.
— *gibbifrons* Kiesw. Lo Sfrizzo.

Nanophyes nitidulus Gyllh. Cagnano.

Magdalis armigera Fourcr. Costa di Manfr.
— *cerasi* L. S. Angelo, Costa di Manfr.
— *exarata* Bris. Lago S. Giov., Lo Sfrizzo.
— *barbicornis* Latr. Von zahlreichen Lokalitäten.

Apion detritum Rey. Cagnano.
— *confluens* Kirby. Ebendort.
— *carduorum* Kirby. Ebendort.

Apion onopordi Kirby. Lago S. Giov.
— *penetrans* Germ. Cagnano.
— *subcaviceps* Desbr. Cagnano, vier Exemplare.
— *hungaricum* Desbr. (Wagner), Lago S. Giov., wenige Stücke.
— *ochropus* Germ. Cagnano.
— *pomonae* F. Lago S. Giov., Cagnano.
— *craccae* L. Cagnano.
— *cerdo* Gerst. Ebendort.
— *aeneum* F. S. Angelo, Lago S. Giov.
— *radiolus* Kirby. Lago S. Giov., Cagnano.
— *urticarium* Herbst. Lago S. Giov., Cagnano.
— *rufescens* Gyllh. Cagnano, ein Stück.
— *flavofemoratum* Herbst. Cagnano.
— *semivittatum* Gyllh. Ebendort.
— *fulvirostre* Gyllh. Ebendort.
— *rufirostre* F. Lago S. Giov.
— *burdigalense* Wenck. Cagnano.
— *pubescens* Kirby. Lago S. Giov., Cagnano.
seniculus Kirby. Cagnano.
— *seriatosetulosum* Wenck. Cagnano.
— *curtulum* Desbr. Ebendort.
— *corsicum* Desbr. Ebendort.
— *nigritarse* Kirby. S. Angelo, Lago S. Giov., Cagnano.
— *flavipes* Payk. Cagnano.
— *Schönherri* Boh. Lago S. Giov., Cagnano, in Menge.
— *dissimile* Germ. Lago S. Giov., Cagnano.
— *dentipes* Gerst. Lago S. Giov., B. Spigno.
— *assimile* Kirby. Cagnano.
— *apricans* Herbst. S. Angelo, Lago S. Giov., Cagnano.
— *interjectum* Desbr. Lago S. Giov., Cagnano.
— *aestivum* Germ. Lago S. Giov.
— *laevicolle* Kirby. Lago S. Giov.
— *malvae* F. Lago S. Giov.
— *brevirostre* Herbst. Cagnano.
— *violaceum* Kirby. Cagnano.
— *hydrolapathi* Marsh. Cagnano.
— *holosericeum* Gyllh. Cagnano.
— *Gyllenhali* Kirby. Cagnano.
— *platalea* Germ. Lago S. Giov.
— *Spencei* Kirby. S. Angelo.
— *vorax* Herbst. Lago S. Giov., Cagnano.
— *viciae* Payk. S. Angelo, Lago S. Giov., Cagnano.
— *pisi* F. Lago S. Giov., in Mehrzahl.
— *punctigerum* Payk. Cagnano.
— *gracilicolle* Gyllh. Cagnano.
— *antennale* Desbr. Cagnano, in Anzahl.
— *ervi* Kirby. Cagnano.

---

[1] Es liegt noch eine größere Anzahl weiterer *Tychius*-Arten vor, deren Bestimmung nach dem derzeitigen Stande der Literatur nicht möglich ist.

Apion ononis Kirby. Cagnano.
— *virens* Herbst. S. Angelo.
— *tenue* Kirby. Lago S. Giov., Cagnano.
— *loti* Kirby var. *fallax* Wenck. S. Angelo, Cagnano.

Auletes politus Serv. Lago S. Giov.

Rhynchites tomentosus Gyllh. Lago S. Giov.
— *cavifrons* Gyllh. Costa di Manfr.
— *sericeus* Herbst. S. Angelo, Lo Sfrizzo.
— *germanicus* Herbst. S. Angelo.
— *aeneovirens* Marsh. ab. *fragariae* Gyllh. Lago S. Giov.

Rhynchites Abeillei Desbr. Lo Sfrizzo.
— *ruber* Fairm. Costa di Manfr., Lo Sfrizzo.
— *pauxillus* Germ. Lago S. Giov., Costa di Manfr.
— *aequatus* L. Von zahlreichen Lokalitäten.
— *coeruleus* Deg. S. Angelo, Lago S. Giov.
— *auratus* Scop. Von zahlreichen Lokalitäten.
— *Bacchus* L. S. Angelo, Costa di Manfr.

Bytiscus betulae L. S. Angelo, Cagnano.

Attelabus nitens Scop. Lago S. Giov., Cagnano.

Ipidae.

Eccoptogaster rugulosus Ratzeb. Costa di Manfr.
Thamnurgus euphorbiae Küst. Lo Sfrizzo, Cagnano.
Taphrorychus villifrons Duf. B. Spigno.
Xylocleptes bispinus Duft. Costa di Manfr.

Xyleborus Saxeseni Ratz. Costa di Manfr.
— *monographus* F. Lo Sfrizzo.
— *dryographus* Ratzb. Costa di Manfr.

Platypus cylindriformis Reitt. B. Spigno.

Scàrabaeidae.

Trox hispidus Laich. S. Angelo.
Pleurophorus caesus Panz. S. Angelo, Lago S. Giov.
Aphodius erraticus L. Costa di Manfr.
— *haemorrhoidalis* L. Cagnano.
— *fimetarius* F. S. Angelo.
— *scybalarius* F. S. Angelo.
— *granarius* L. S. Angelo.
— *lugens* Creutz. Costa di Manfr.
— *nitidulus* F. Cagnano.
— *immundus* Creutz. Ebendort.
— *borealis* Gyllh. Cagnano.
— *putridus* Herbst. Cagnano.
— *Sturmi* Har. Costa di Manfr.
— *varians* Duft. Lago S. Giov.
— *merdarius* F. Cagnano.
— *scrofa* F. Lago S. Giov., Lo Sfrizzo.
— *pusillus* Herbst. Cagnano.
— *lineolatus* Ill. Cagnano.
— *sticticus* Panz. Cagnano.
— *obliteratus* Panz. S. Angelo.
— *prodromus* Brahm. S. Angelo.
— *luridus* F. S. Angelo.
Chaetonyx robustus Schaum. Im obersten Teile der Valle Ceresaldi im dichten, hochstämmigen Walde an einer beschränkten Stelle unter tiefen Lagen abgefallenen Laubes, dem alte Holzspäne beigemengt waren.
Ceratophyus Typhoeus L. S. Angelo.
Geotrupes spiniger Marsh. Cagnano.
— *hypocrita* Serv. Costa di Manfr.
— *vernalis* L. var. *splendens* Er. Cagnano, häufig.
Thorectes intermedius Costa. S. Angelo, Lago S. Giov.

Scarabaeus sacer L. Cagnano.
— *variolosus* F. S. Angelo, Lago S. Giov.
Gymnopleurus pilularius Muls. Lago S. Giov.
— *Sturmi* Mac Leay. S. Angelo, Lago S. Giov.
Sisyphus Schaefferi L. Cagnano.
Oniticellus fulvus Goeze. S. Angelo, Costa di Manfr.
Onthophagus Amyntas Ol. S. Angelo.
— *Taurus* Schreb. S. Angelo, Costa di Manfr.
— *grossepunctatus* Reitt. S. Angelo, Lago S. Giov., Cagnano, häufig.
— *ovatus* L. Cagnano, ein Exemplar.
— *verticicornis* Laich. Ebendort.
— *fracticornis* Preyssl. Cagnano, häufig.
— *lemur* F. Cagnano.
— *vacca* L. Costa di Manfr.
Caccobius Schreberi L. Cagnano.
Copris lunaris L. S. Angelo, Lago S. Giov.
Bubas bison F. S. Angelo, Lago S. Giov.
Rhizotrogus vernus Germ. var. *fraxinicola* Hagenb. S. Angelo.
— *ciliatus* Reiche. S. Angelo.
— *assimilis* Herbst *fulvicollis* Er. Costa di Manfr.
Melolontha pectoralis Germ. Lo Sfrizzo, nicht selten.
Anisoplia tempestiva Er. Cagnano.
Pentodon punctatus F. Lago S. Giov.
Tropinota squalida Scop. Cagnano, häufig.
— *hirta* Poda. Lago S. Giov., Cagnano, häufig.
Oxythyrea funesta Poda. Häufig.
Cetonia aurata L. var. *hispanica* Er. S. Angelo, Lago S. Giov., Cagnano.
Potosia cuprea F. var. *florentina* Herbst. S. Angelo.
— *morio* F. Cagnano.

2. Verzeichnis von Coleopteren mit transadriatischer Verbreitung.

Ich gebe im folgenden ein Verzeichnis von Coleopteren, deren geographische Verbreitung für den Bestand eines ehemaligen Adriatisfestlandes zu sprechen scheint.

Bei der Zusammenstellung dieses Verzeichnisses erfreute ich mich der freundlichen Mithilfe der Herren Kustos Viktor Apfelbeck, Dr. Max Bernhauer, Dr. Josef Daniel, Dr. Karl Daniel, Agostino Dodero, Franz Heikertinger, Dr. Josef Müller, Gustav Paganetti-Hummler und Ferdinando Solari, welche die Güte hatten, mein diesbezügliches Manuskript einer Durchsicht zu unterziehen und mir viele wertvolle Auskünfte zukommen zu lassen.

Den einzelnen Arten sind kurze ökologische Daten beigefügt, welche mir für das Verständnis gewisser Zusammenhänge nützlich scheinen. Nicht bei allen Arten war es mir möglich, befriedigende Angaben zu erlangen.

Die Arten, welche auch am Monte Gargano gefunden wurden, sind mit einem * bezeichnet.

Ungeflügelte Arten.

Die Coleopteren, welche des Flugvermögens entbehren und sich daher nur kriechend fortbewegen können, besitzen für die Frage nach alten Landzusammenhängen naturgemäß ein viel größeres Interesse als die geflügelten Arten. Die Zahl flugunfähiger Coleopteren mit transadriatischer Verbreitung ist ziemlich beträchtlich und durch die folgende Liste keinesfalls erschöpft. Bei weiteren Aufsammlungen diesseits und jenseits der Adria und bei besserer systematischer Durcharbeitung gewisser Coleopterengattungen dürfte noch manche Art hinzukommen.

Die meisten im folgenden angeführten ungeflügelten Arten sind typische Gebirgstiere, welche nur auf Felsboden leben und die aus lockerem Gestein aufgebauten Ebenen durchaus meiden. In diesem Sinne sind namentlich *Carabus cavernosus, Nebria Kratteri, Leptusa secreta,* die *Leptomastax, Dichillus pertusus*, die *Orestien* und *Otiorrhynchen* mit Sicherheit als echte Gebirgstiere anzusprechen. Bezüglich mancher der übrigen Arten können noch Zweifel bestehen. *Erodius dalmatinus* ist typisch psammophil.

Als transadriatisch seien genannt:

Carabus[1] *cavernosus* Friv. In den Gebirgen von Bosnien, Herzegowina, Serbien, Bulgarien und Ostrumelien, im Schar-Dagh (Ljubeten), außerdem in den Abruzzen (Gran Sasso). — Terricol, nach Apfelbeck auf der Balkanhalbinsel »subalpin und alpin auf Hochweiden (Wiesen) im verkarsteten Terrain«. Die tiefsten, Herrn Kustos Apfelbeck bekannten Fundstellen liegen in einer Höhe von etwa 1000 *m* (Hochebene von Glasinac, Südost-Bosnien).

Nebria Kratteri Dej. Gebirge von Nordgriechenland und Albanien, südlicher Apennin vom Aspromonte nordwärts bis Rom (Albanerberge). — Terricol (kein Ufertier!), bisher nur in Wäldern gefangen, aus tiefer Lage bis in eine Höhe von etwa 800 *m* (St. Eufemia d'Aspromonte, leg. Paganetti).

* *Laemostenus cimmerius* Fisch. Krim, europäische Türkei, Dalmatien, Griechenland, Kalabrien, Basilicata, Apulien. — Terricol, am Monte Gargano in einer Höhe von etwa 450 *m* auf gehölzfreiem[2] Terrain unter einem Steine gefunden.

---

[1] Es sei hier auch auf die interessante Feststellung Born's hingewiesen, daß einige weitverbreitete *Carabus*-Arten in Unteritalien Rassen bilden, welche mit solchen der Balkanhalbinsel zunächst verwandt sind. Solche nahestehende vikariierende Formen sind *Carabus coriaceus mediterraneus* Born (Aspromonte) und *coriaceus rugosus* Dej. (westliche Balkanhalbinsel von Kroatien bis Albanien), ferner *Carabus convexus Paganettii* Born (Unter- und Mittelitalien, Elba) und *convexus Weisei* Reitt. (Dalmatien, Herzegowina, Montenegro) sowie *Carabus hortensis calabrus* Fiori (Kalabrien) und *hortensis Neumayeri* Schaum (Dalmatien, Herzegowina, Montenegro). Vgl. Paul Born, Über einige *Carabus*-Formen aus Kalabrien, Insektenbörse, XXIII (1906), und derselbe, Zoogeographisch-carabologische Studien, Entom. Wochenblatt, XXV (1908). Die Angabe Born's, daß *Carabus catenatus* am Gargano vorkommt, beruht auf einem durch mich verschuldeten Irrtum, indem ich beim Sammeln ein zertretenes, sehr großes Exemplar des *Car. Rossii* für *catenatus* ansprach.

[2] Der Terminus »gehölzfrei« ist im Sinne von »vollkommen baum- und strauchlos« zu verstehen.

Calathus glabricollis Dej. Nanos, Tarnowaner Wald, Kroatien (Fuzine), Bosnien, Herzegowina, Dalmatien, Montenegro, Epirus, Mittelitalien. — Terricol,[1] im Walde, aber wohl sicher auch auf gehölzfreiem Terrain, von Prof. Müller aus einer Höhe von etwa 300 *m* (Karst bei Triest) bis in eine Höhe von 1300 *m* (Crkvice in der Krivošije) gesammelt.

Leptusa secreta Bernh. Bosnien, Herzegowina, Dalmatien, Montenegro, Kalabrien (Aspromonte). — Terricol, bisher nur in höher gelegenen Laubwäldern gefunden (am Aspromonte nach Mitteilung von Herrn Paganetti in einer Höhe von 1000 bis 1200 *m*).

Leptomastax Stussineri Reitt. Mittel- und Süddalmatien, Apulien (Herr Paganetti fing ein Exemplar bei S. Basilio). — Terricol, bisher nur in tiefster Lage in Laubwäldern gefunden (aber wohl ebenso wie *Leptomastax hypogaeus* und *Emeryi* vermutlich auch auf gehölzfreiem Terrain lebend).

* *Leptomastax Emeryi* Simon (syn. *Kaufmanni* Reitt.). Südliche Herzegowina, Dalmatien, Unteritalien (Neapel, Gargano, Murgien). — Terricol, zumeist in Laubwäldern, von mir aber am Monte Gargano auf weithin gehölzfreiem Karstterrain unter Steinen gefunden. Aus tiefster Lage bis in eine Höhe von etwa 700 *m* (Orljač in Dalmatien, leg. Prof. Müller).

* *Bathyscia (Phaneropella) Lesinae* Reitt. Dalmatien (Lesina, Meleda, Spalato, Zara), Herzegowina, Monte Gargano. — Terricol, in Grotten, sowie in Wäldern unter abgefallenem Laub lebend, aus tiefster Lage bis in eine Höhe von 800 *m* (S. Angelo am Gargano).

* *Corticus celtis* Germ. Dalmatien, Unter- und Mittelitalien (nordwärts bis in die Emilia), Sizilien, Sardinien (nach Mitteilung von Herrn Dodero). — Terricol, bisher nur in Laubwäldern gefunden, aus tiefer Lage (Nordabhang des Monte Lo Sfrizzo am Gargano in zirka 200 *m* Höhe, leg. Holdhaus) bis zu einer Höhe von etwa 1200 *m* (Aspromonte, leg. Paganetti).

Dichillus pertusus Kiesw. Griechenland, Unteritalien, Sizilien und, falls *D. crassicornis* als Varietät hieher gehört, auch in Syrien. — Terricol, auf waldlosem Terrain, in tiefster Lage.

* *Tentyria italica* Sol. Dalmatien, Herzegowina (Mostar), Korfu, Tremiti, Süditalien und Mittelitalien, Insel Giglio (nach Mitteilung von Herrn Dodero). — Terricol, auf gehölzfreiem Terrain, aus tiefster Lage bis in eine Höhe von 800 *m* (S. Angelo am Monte Gargano).

* *Dendarus dalmatinus* Germ. Istrien, Dalmatien, Türkei?, Griechenland, Tremiti, Unteritalien, Sizilien. — Terricol, auf gehölzfreiem Terrain, aus tiefster Lage bis in eine Höhe von 800 *m* (S. Angelo am Monte Gargano).

Dendarus caelatus Brull. Griechenland, Jonische Inseln, Apulien (Tarent, Brindisi, Murgien). — Terricol, auf gehölzfreiem Terrain, in tiefster Lage.

Pedinus fatuus Muls. Griechenland, Sizilien, wohl auch in Unteritalien aufzufinden. — Terricol, vermutlich auf gehölzfreiem Terrain in tiefer Lage.

* ? *Erodius dalmatinus* Kr. Albanien (Valona), Lissa, Lago di Lesina am Fuße des Monte Gargano, Rimini.[2] — Am Meeresstrande im Sand lebend.

* *Dorcadion femoratum* Brull. Griechenland, Albanien (Valona), Dalmatien?,[3] Unter- und Mittelitalien. — Terricol, auf gehölzfreiem Terrain, aus tiefster Lage bis in eine Höhe von 800 *m* (S. Angelo am Monte Gargano).

* *Orestia alpina* Germ. Alpen von Obersteiermark ostwärts von Mur und Mürz, Südsteiermark, Südkärnten, Krain, Kroatien, Bosnien, Herzegowina, Albanien, Banater Gebirge, Monte Gargano. —

---

[1] Ebenso ist *Calathus bosnicus* Gglb. aus der alpinen Zone der Hochgebirge von Bosnien, Herzegowina, Montenegro äußerst nahe verwandt mit *Calathus Pirazzolii* Putz. aus den Gebirgen von Mittelitalien.

[2] Nach Sangiorgi, Riv. Col. Ital., III (1905), p. 117, ist *Erodius vicinus* Sol. »comune a Rimini sulla spiaggia«. Die Angabe bezieht sich wohl zweifellos auf *Erodius dalmatinus*.

[3] Herr Prof. J. Müller schreibt mir: »Habe nach Veröffentlichung meiner *Cerambycidae Dalmatiae* ein ♀ aus Dalmatien gefunden, leider ohne Fundortzettelchen, vermutlich vom Velebit.«

Terricol, sowohl im Walde als auch auf gehölzfreiem Terrain (oberhalb der Baumgrenze), aus einer Höhe von etwa 500 *m* bis in die alpine Zone emporsteigend.

Orestia calabra Heikert. Korfu (subsp. *corcyrea* Dan.), Kalabrien (Aspromonte, form. typ.). — Terricol, auf Korfu in tiefster Lage (10 bis 30 *m*) im Gebüsch und in Olivenhainen, am Aspromonte bis zu einer Höhe von 1600 *m* im Buchenwald.

* *Otiorrhynchus turgidus* Germ. Bosnien, Herzegowina, Dalmatien, Kroatien (Velebit, Fuzine), Apulien (Gargano, Grottaglie). — Von mir am Gargano auf gehölzfreiem Terrain unter Steinen gesammelt. In den Gebirgen der Balkanhalbinsel aus tiefster Lage bis in die alpine Zone emporsteigend.

Otiorrhynchus consentaneus Schönh. Bosnien, Herzegowina, Dalmatien, Krain, Montenegro, Albanien, Unter- und Mittelitalien (nordwärts bis in die Apuaner Alpen), Sizilien (Castelbuono in den Madonien). — Käfer auf verschiedenen Pflanzen lebend,[1] sowohl im Walde als auch auf gehölzfreiem Terrain, aus tiefster Lage bis in die alpine Zone emporsteigend (von Kustos Apfelbeck am Volujak alpin auf Dryas octopetala gesammelt, von Prof. Müller im Biokovogebirge in der Gipfelregion oberhalb der Waldgrenze angetroffen, auch in den Abruzzen in der alpinen Zone).

Otiorrhynchus rhacusensis Germ. Süddalmatien, Montenegro, Unteritalien (Vallo Lucano in der Provinz Salerno), Sizilien (Pachino, Nicolosi). — Käfer auf verschiedenem Gesträuch (Epheu, jungen Eichen, Lorbeer) lebend, aus tiefster Lage bis in eine Höhe von mindestens 700 *m* (Nicolosi am Ätna) emporsteigend.

* *Otiorrhynchus spalatrensis* Boh. Dalmatien, Monte Gargano. — Von mir am Monte Gargano in einer Höhe von 400 bis 800 *m* auf verschiedenem Gesträuch gesammelt (einzelne Exemplare auch unter Steinen), von Prof. Müller in Dalmatien nur auf den Bergen, in einer Höhe von 1000 bis 1700 *m* (Dinara, Biokovo) und zwar meist in der Gipfelregion auf gehölzfreiem Areal auf dem mit spärlichen Grasbüscheln bewachsenen Felsboden unter Steinen gefunden.

* *Otiorrhynchus alutaceus* Germ. Triest, Istrien, Kroatien, Dalmatien, Apulien (Gargano, S. Basilio, S. Vito de'Normanni). — Käfer auf gehölzfreiem Terrain unter Steinen lebend. Aus tiefster Lage bis in eine Höhe von etwas über 1000 *m* (Monte Maggiore, leg. Prof. Müller) emporsteigend.

* *Otiorrhynchus crinipes* Mill. Dalmatien, Herzegowina, Montenegro, Albanien, Unter- und Mittelitalien (nordwärts bis Bologna). — Käfer auf allerlei Gesträuch (Brombeeren, wilden Rosen, Epheu) lebend. Aus tiefster Lage bis in eine Höhe von 800 *m* (Monte Gargano) emporsteigend.

Otiorrhynchus argenteosparsus Stierl. In den Gebirgen von Bosnien und Herzegowina und in den Abruzzen. — In der alpinen Zone unter Steinen, besonders in der Nähe von Schneeflecken. In tieferen Gebirgslagen bisher anscheinend nicht nachgewiesen.

* *Otiorrhynchus Jovis* Mill. Euböa, Mittelgriechenland (Karpenision), Kephallinia, Monte Gargano. — Käfer auf allerlei Gesträuch lebend. Am Monte Gargano in einer Höhe von 500 bis 800 *m*.

* *Argoptochus Schwarzi* Reitt. Albanien, Korfu, Unter- und Mittelitalien. — Am Monte Gargano in einer Höhe von etwa 500 *m* auf gehölzfreiem Karstterrain in Anzahl gekötschert.

Minyops lutosus Friv. Bulgarien (Slivno), Walachei (Comana Vlasca), Rumelien, Unter- und Mittelitalien (nordwärts bis Umbrien). — Terricol, auf gehölzfreiem Terrain, bisher anscheinend nur in tiefen Lagen gefunden.

* *Rhytirrhinus deformis* Reiche. Griechenland, Dalmatien (Spalato, nach Mitteilung von Kustos Apfelbeck), Gargano. — Terricol, von mir am Monte Gargano auf gehölzfreiem Karstterrain in einer Höhe von etwa 450 *m* aus Grasbüscheln gesiebt.

---

[1] Die Larven der *Otiorrhynchus*-Arten sind terricol.

Styphlus corcyreus Reitt. Kephallinia, Corfu, Süditalien (nordwärts bis Rom), Sizilien (Messina). — Terricol, von Herrn Moczarski auf Korfu am Fuße alter Ölbäume, auf Kephallinia auf vollständig baumlosem Karstterrain unter vereinzelten *Cistus*-Sträuchern gesiebt. Aus tiefster Lage bis in eine Höhe von etwa 1200 *m* (auf Kephallinia, leg. Moczarski; auch von Herrn Paganetti am Aspromonte noch in einer Höhe von 1000 *m* gesammelt).

Orthochaetes jonicus Reitt. Korfu, Zante, Apulien (S. Basilio-Mottola, leg. Paganetti, det. Solari). — Terricol, von Herrn Moczarski auf Korfu und Kephallinia an denselben Fundstellen wie *Styphlus corcyreus* gesammelt.

* *Acalles Brisouti* Reitt. Kaukasus, Dalmatien, Herzegowina, Montenegro, Griechenland, Süditalien (nordwärts bis Rom und in die Abruzzen), Sizilien. — Terricol, bisher anscheinend nur im Walde gefunden, aus tiefster Lage bis in eine Höhe von 1000 *m* (St. Eufemia d'Aspromonte, leg. Paganetti).

* *Chaetonyx robustus* Schaum. Dobrudscha, Banat, Serbien, Bulgarien, Mazedonien, Albanien (Skutari Valona), Ätolien, festländisches Italien nordwärts bis in den ligurischen Apennin (Ruta, leg. Dodero). — Blind, terricol, vielfach in Gebirgswäldern aus tiefer Lage bis zu einer Höhe von etwa 1000 *m* gesammelt, von Kustos Apfelbeck aber auch in der alpinen Zone des Veluchi in Ätolien angetroffen (siehe Wissensch. Mitteil. Bosn. Herz., VIII, 1901, p. 459).

Geflügelte Arten.

Zur Ergänzung des vorhergehenden Verzeichnisses sei im folgenden eine kurze Liste geflügelter Coleopteren mit transadriatischer Verbreitung gegeben. Da aber naturgemäß und ganz im allgemeinen die geflügelten Coleopteren ein viel weniger bodenständiges Element darstellen als die ungeflügelten Arten, möchte ich selbst den im folgenden angeführten Verbreitungstatsachen keine allzu große Bedeutung für die Beurteilung der Adriatisfrage beimessen.

Poecilus Rebeli Apf. Herzegowina, Dalmatien, Montenegro, Albanien, Griechenland, Kalabrien (Aspromonte). — Terricol, auf gehölzfreiem Terrain, aus tiefster Lage bis zu einer Höhe von etwa 700 *m* (Sta. Christina am Aspromonte, leg. Paganetti).

* *Platynus sordidus* Dej. Südrußland, Kleinasien, Süddalmatien, Montenegro, Albanien, Griechenland, Kreta, Unter- und Mittelitalien. — An feuchten Stellen im Boden.

Acinopus subquadratus Brull. Griechisches Festland und Jonische Inseln, nach Reitter (Best. Tab. Harpalini, 1900) auch in Unteritalien und Sizilien, nach Luigioni bei Rom. — Terricol, auf gehölzfreiem Terrain.

* *Omalium cinnamomeum* Kr. Kleinasien (Smyrna), Griechenland, Dalmatien, Herzegowina, Unter- und Mittelitalien, Sizilien. — Terricol, bisher nur im Walde gefunden, aus tiefster Lage bis in eine Höhe von etwa 1000 *m* (Aspromonte, leg. Paganetti).

Planeustomus cephalotes Er. Zypern, Kleinasien, Kreta, Griechenland, Korfu, Dalmatien (Metkovich), Apulien (Murgien). — An Sümpfen im Uferschlamme lebend.

Stenus paludicola Kiesw. Griechenland, Korfu, Apulien (Murgien). — Am Ufer von Sümpfen.

Brachygluta Picciolii Saulcy. Corfu, Unter- und Mittelitalien. — In tiefer Lage an feuchten Stellen im Erdboden, keinesfalls an Wald gebunden.

* *Globicornis picta* Küst. Kleinasien, Griechenland, Dalmatien, littorales Kroatien, Unteritalien, Sizilien. — Auf Blüten lebend, keinesfalls an Wald gebunden.

Isomira ochropus Küst. Dalmatien, Rom, Neapel. — Auf Pflanzen lebend, keinesfalls an Wald gebunden.

Zonitis laticollis Esch. Syrien, Kleinasien, Dalmatien, Sizilien. — Käfer auf Pflanzen, wohl nicht an Wald gebunden. [1]

---

[1] *Zonitis Bellieri* Reiche ist bisher nur von Kleinasien (Brussa) und von Sizilien bekannt.

* *Chrysomela lutea* Pet. Unter- und Mittelitalien, Sizilien, von Herrn Kustos Apfelbeck auch auf Korfu gesammelt.

? *Orestia semijanthina* Reitt., nach einem einzelnen von Paganetti am Aspromonte in einer Höhe von etwa 1400 *m* aus Buchenlaub gesiebten Exemplare beschrieben, ist nach freundlicher Mitteilung von Herrn Heikertinger höchstwahrscheinlich identisch mit *Orestia Kraatzi* All. aus Dalmatien.

* *Coeliodes rubricus* Gyllh. Kaukasus, europ. Türkei, Dalmatien, Istrien, Kroatien, Monte Gargano.

3. Allgemeine Ergebnisse.

In der Coleopterenfauna Süditaliens und der Balkanhalbinsel erscheinen eine Reihe von Arten, deren geographische Verbreitung die Annahme eines Faunenaustausches über eine nunmehr versunkene Landbrücke von Dalmatien nach Apulien nahelegt. [1]

Unter diesen Arten mit transadriatischer Verbreitung sind verschiedene Biocönosen vertreten. Die ungeflügelten Arten leben teils im Erdboden, teils frei auf Pflanzen, eine Art *(Erodius dalmatius)* am Meeresstrand im feinen Ufersande. Unter den geflügelten Coleopteren mit transadriatischer Verbreitung finden sich neben terricolen und planticolen Elementen auch einige Formen, welche am Ufer von Gewässern gefunden werden (ripicole Arten). Torrenticole Coleopteren mit transadriatischer Verbreitung scheinen zu fehlen. Auch innerhalb der Fauna des stehenden Wassers und innerhalb der Düngerfauna sind typisch transadriatische Arten bisher nicht bekannt geworden.

Der transadriatische Einschlag äußert sich in Unteritalien in schärfster Weise in der Fauna des waldfreien Areals, nahezu gar nicht in der typischen Waldfauna. Die meisten Arten mit transadriatischer Verbreitung vermögen auf waldlosem Areal zu leben, viele von ihnen sind Charaktertiere der gehölzfreien Grasflur und meiden den Wald. Einige *Otiorrhynchus*-Arten leben, ohne auf eine einzelne Nährpflanze beschränkt zu sein, auf allerlei Gesträuch, wie Brombeeren, wilden Rosen, Efeu. Nur wenige der ungeflügelten Coleopteren mit transadriatischer Verbreitung wurden bisher ausschließlich im Wald gefunden; manche von diesen dürften sich bei späteren Aufsammlungen wohl auch auf gehölzfreiem Terrain nachweisen lassen. Die mangelhafte Vertretung der Waldfauna innerhalb der Coleopteren mit transadriatischer Verbreitung ist eine merkwürdige Erscheinung, da in anderen Teilen der Mittelmeerländer (zum Beispiel Tyrrhenische Inseln, Jonische Inseln) ehemalige Landverbindungen gerade in der Beschaffenheit der waldliebenden Fauna am schärfsten zum Ausdruck kommen. Man könnte eine Erklärung dieser Erscheinung in der Hypothese suchen, daß die Adriatisbrücke vorwiegend baumloses Karstland trug.

Die meisten transadriatischen Arten besitzen eine sehr beträchtliche vertikale Verbreitung im Gebirge. [2] Viele von ihnen steigen aus tiefster Lage bis über die 1000 *m*-Isohypse empor, nicht wenige dringen bis in die alpine Zone vor. Vier Arten *(Carabus cavernosus, Leptusa secreta, Orestia alpina, Otiorrhynchus argenteosparsus)* sind bisher nur aus höheren Gebirgslagen bekannt und dürften in der tiefsten Zone wohl tatsächlich allenthalben fehlen.

Die meisten Arten mit transadriatischer Verbreitung bewohnen östlich der Adria ein um vieles größeres Areal als westlich der Adria. Auch sieht man, daß manche dieser Formen östlich der Adria

---

[1] Über die Coleopterenfauna der zwischen dem dalmatinischen Festland und dem Monte Gargano liegenden Inseln besitzen wir nur sehr unbefriedigende Kenntnisse. Bezüglich der zu Dalmatien gehörenden Inseln verweise ich auf eine umfangreiche Arbeit von Dr. Josef Müller, die coleopterologisch-faunistischen Verhältnisse von Dalmatien betreffend, welche demnächst in den Verhandlungen des VIII. Internat. Zoologen-Kongresses in Graz, 1910, erscheinen wird. Über die Fauna der Tremiti siehe Cecconi, Contributo alla fauna delle Isole Tremiti, Boll. Mus. Zool. Università, Torino, XXIII (1908), Nr. 583, und derselbe, Fauna Coleotterologica delle Isole Tremiti, Riv. Col. Ital., VII (1909), p. 36 bis 52, 71 bis 80. Die Aufsammlungen von Cecconi sind aber sehr mangelhaft. Besonders wünschenswert wäre eine genauere faunistische Durchforschung von Pelagosa.

[2] Diese Feststellung ist von Wichtigkeit, weil hiedurch die naheliegende Annahme zurückgewiesen wird, bei den transadriatischen Faunenelementen handle es sich um wärmebedürftige Arten, die in präglazialer Zeit auch im Norden der Poebene verbreitet waren und durch die Eiszeit zu beiden Seiten der Adria nach Süden gedrängt wurden.

zahlreiche nahe verwandte Arten besitzen, während sie in der italischen Fauna vereinsamt dastehen. Man gewinnt den Eindruck, daß die meisten Coleopteren mit transadriatischer Verbreitung östlicher Herkunft sind, daß die Adriatisbrücke zwar zahlreiche östliche Arten nach Italien, aber nur sehr wenige italische Arten nach der Balkanhalbinsel brachte.[1] Bei den meisten transadriatischen Arten beschränkt sich das Verbreitungsgebiet westlich der Adria auf größere oder kleinere Bezirke im Bereiche der südlichen Hälfte der Apenninen-Halbinsel, manche Arten dringen aber etwas weiter nach Norden vor, bis in den nördlichen Apennin. Einige wenige Coleopteren mit transadriatischer Verbreitung (von den oben genannten ungeflügelten Arten *Corticus celtis, Dichillus pertusus, Dendarus dalmatinus, Pedinus fatuus, Otiorrhynchus consentaneus* und *rhacusensis, Styphlus corcyreus, Acalles Brisouti)* greifen nach Sizilien über.

Neben weitverbreiteten Arten und transadriatischen Faunenelementen besitzt der Monte Gargano eine Reihe typisch apenninischer Coleopteren, welche östlich der Adria vollständig fehlen. Diese Tatsache ist leicht verständlich, da ja der Gargano gegenwärtig ein Teil der italischen Halbinsel ist. Die Zahl dieser apenninischen Arten in der Fauna des Monte Gargano ist aber auffallend gering und sehr viele im Apennin auch in tiefen Gebirgslagen verbreitete und häufige Coleopterenarten fehlen dem Garganomassiv vollständig, weshalb der apenninische Fauneneinschlag sich doch nur in recht abgeschwächter Weise geltend macht.[2] Von ungeflügelten typisch apenninischen Coleopterenarten, denen wir auch in der Fauna des Monte Gargano begegnen, seien genannt: *Carabus Rossii* Dej., *Reicheia Usslaubi* Saulcy, *Percus bilineatus* Dej., *Calathus montivagus* Dej., *Astilbus italicus* Bernh., *Mastigus Heydeni* Rottb., *Galeruca Reichei* Joann., *Otiorrhynchus echidna* Dan., *Stomodes Amorei* Desbr. *Torneuma Andreinii* Sol. Unter den geflügelten Coleopteren des Monte Gargano ist die Zahl typisch italienischer Faunenelemente wesentlich größer. Die wenigen, bisher ausschließlich vom Monte Gargano bekannten Coleopteren *(Staphylinus garganicus* Fiori, *Typhlodes garganicus* Bernh., *Sipalia Leonhardi* Bernh., *Stenichnus Hilfi* Holdh., *Anthicus Leonhardi* Krekich, *Otiorrhynchus indefinitus* Sol., *Ceutorrhynchus Leonhardi* Sol., *Tychius Holdhausi* Sol.) sind wohl keinesfalls am Monte Gargano endemisch und dürften sich bei ferneren Aufsammlungen vermutlich auch in anderen Teilen von Unteritalien nachweisen lassen.

Aus der geringen Immigration ungeflügelter, montaner Coleopteren vom Apennin her und aus der schwachen Vertretung der typischen Waldfauna unter den transadriatischen Faunenelementen erklärt sich eine sehr eigenartige Erscheinung; es ist dies die extreme Artenarmut der montanen, waldliebenden Terricolfauna des Monte Gargano. Der Fauna des Gargano fehlen montane *Trechus, Pterostichus, Leptusa, Trimium, Bythinus, Pselaphus, Cephennium, Euconnus,* terricole waldliebende *Otiorrhynchus* etc., Gattungen, die sonst allenthalben im Gebirge zu den charakteristischen Gliedern der Waldfauna gehören. An waldliebenden, montanen, ungeflügelten Coleopteren innerhalb der Terricolfauna des Monte Gargano sind anzuführen: *Reicheia Usslaubi, Percus bilineatus, Calathus montivagus, Staphylinus garganicus?, Typhlodes garganicus, Sipalia Leonhardi, Astilbus italicus, Phaneropella Lesinae, Corticus celtis, Orestia alpina, Stomodes Amorei, Peritelus parvulus, Liosoma Baudii,* einige *Acalles*-Arten, *Chaetonyx robustus.* Vermutlich sind aber nur wenige dieser Arten in ihrem Vorkommen ausschließlich an den Wald gebunden, die meisten der genannten Arten vermögen auch auf gehölzfreiem Terrain zu leben, wenn sie gleich bewaldete Areale bevorzugen.

---

[1] Das Adriatisfestland war vom Apennin durch das neogene Meer der apulischen Niederung getrennt.

[2] Ganz dasselbe gilt für die Coleopterenfauna der Murgien, wo vor mehreren Jahren Herr Paganetti durch längere Zeit sammelte. Die Grotten in diesem Gebiete sind käferlos, wohl als Folge der fast vollständigen Untertauchung dieses Gebirges zur Neogenzeit. Es gibt in Europa noch mehrere solcher ertrunkener Gebirge. — Der Monte Conero hat typisch apenninische und in Anbetracht der geringen Größe des Gebietes sehr artenreiche Coleopterenfauna. Herr Paganetti fand daselbst eine Anzahl appenninischer Coleopteren, welche dem Gargano fehlen, hingegen kenne ich an transadriatischen Arten vom Monte Conero nur *Otiorrhynchus crinipes pilipes* und *Argoptochus Schwarzi.* Beide Arten sind im Apennin weitverbreitet und wohl von dort nach dem Conero gelangt.

Mollusken.

1. Verzeichnis der bisher vom Monte Gargano bekannten Landschnecken.

Außer dem von mir und meinen Begleitern gesammelten Material besitzt das Naturhistorische Hofmuseum noch eine kleine Ausbeute von Mollusken, welche von Herrn Gustav Paganetti-Hummler gelegentlich eines kurzen Aufenthaltes in Manfredonia im Jahre 1904 am Südabhang des Monte Gargano gesammelt wurden. Die Ausbeute des Herrn Paganetti ist in das folgende Verzeichnis miteinbezogen.

Für die sorgfältige Bearbeitung des Materials bin ich meinem verehrten Kollegen, Herrn Dr. Rudol Sturany, zu großem Dank verpflichtet. Die Herren Dr. J. F. Babor in Prag und Dr. A. Wagner in Bruck a. M. hatten die besondere Freundlichkeit, die Determination einer Anzahl von Arten zu besorgen

Zu Ende Oktober 1878 sammelte Kobelt durch einige Tage am Südabhang des Monte Gargano gegen Manfredonia und in der Umgebung von Monte S. Angelo. Ein kurzer Bericht über diese Exkursion erschien in dem Jahrb. Deutsch. Malakozool. Ges., VI (1879), p. 143 bis 146. Am Südabhang des Gargano in tiefer Lage erbeutete Kobelt einige Arten, welche von uns am Plateau nicht gefunden wurden.

Genaue Detailfundorte vermag ich nur bei wenigen Arten zu geben. Die Provenienzangabe S. Angelo bezieht sich nicht allein auf die nächste Umgebung dieses Ortes, sondern auf alle Exkursionen, die wir von hier aus unternahmen (beide Abhänge der Valle Carbonara und westwärts entlang der Straße bis zum Lago S. Giovanni). Die Fundortangabe Cagnano bezieht sich auf die nähere und weitere Umgebung dieses Ortes (westwärts bis zum Monte Lo Sfrizzo, südwärts und ostwärts bis zur Costa di Manfredonia, zum Bosco Spigno und nach Carpino).

Bisher wurden am Monte Gargano die folgenden Landschnecken aufgefunden:[1]

Daudebardia brevipes Drap. S. Angelo (Wagner det.).

— *rufa* Drap. S. Angelo (Wagner det.).

Glandina algira L. S. Angelo (Sturany det.).

Hyalina Draparnaudi Beck subsp. *austriaca* Wagn. Cagnano, eine einzige, nicht ganz aus gewachsene Schale (Wagner det.).

Limax maximus L. subsp. *cinereus* List. Cagnano (Babor det.).

Agriolimax agrestis L. S. Angelo (Babor det.).

Amalia gagates Drap. var. *Benoiti* Less. et Poll. S. Angelo (Babor det.).

— *carinata* Leach. S. Angelo (Babor det.).

Zonites algirus L. Nach Kobelt (Studien zur Zoogeogr., I, 1897, p. 254, und Syst. Conchylien-Kabinett, I. Band, 12. Abt. 1905, p. 878) am Monte Gargano. Die Art wurde aber weder von mir und meinen Begleitern noch von Kobelt selbst am Gargano gefangen. Auch Herr Paganetti fand sie nicht.[2]

Euconulus fulvus Mllr. Cagnano (Wagner det.).

Patula rotundata Mllr. Bosco Spigno (Sturany det.).

Pyramidula rupestris Drap. Von Kobelt sowie von Paganetti am Südabhang des Monte Gargano gefangen (Sturany det.).

---

[1] In dem versumpften Terrain in der Ebene bei Manfredonia fing Herr Paganetti *Isthmia Strobeli* Gredl. var. *callicratis* Scacchi, *Alexia myosotis* Drap., *Limnaea lagotis* Schrank, *Planorbis umbilicatus subangulatus* Phil., *Pseudamnicola similis* Drap., *Pseudamnicola vestita* Ben., *Neritina fluviatilis* L. Alle diese Arten wurden von Dr. Wagner bestimmt. Kobelt sammelte in der Ebene bei Manfredonia neben anderen Arten auch *Leucochroa candidissima* Drap. und *Ferrusacia folliculus* Gronov.

[2] Herr Dr. Kobelt schreibt mir diesbezüglich: »Zonites algirus habe ich am Monte Gargano nicht selbst gesammelt, aber aus absolut sicherer Quelle mehrmals, zuletzt aus dem Neapolitaner Museum, in einer charakteristischen, von der provenzalischen verschiedenen Lokalform erhalten«.

Campylaea setulosa Brig. S. Angelo (Sturany det.).

Helix aperta Born. Cagnano (Sturany det.).

— *adspersa* Müll. S. Angelo (Sturany det.).

Xerophila variabilis Drap. und

— *profuga* A. S. Von Kobelt am Südabhang des Monte Gargano gesammelt.

— *maritima* Drap. Cagnano (Wagner det.).

Trochula pyramidata Drap. S. Angelo (Wagner det.).

Carthusiana carthusiana Mllr. S. Angelo (Sturany det.).

Buliminus (Ena) obscurus Mllr. Cagnano (Sturany det.).

Chondrula quadridens Mllr. S. Angelo (Sturany det.).

— *tridens* Mllr. subsp. *eximia* Rossm. Cagnano (Wagner det.); von Kobelt wurde *Ch. tridens* auch am Südabhang des Gargano gefunden.

Acanthinula aculeata Mllr. Cagnano (Sturany det.).

Rumina decollata L. S. Angelo (Sturany det.).

Lauria cylindracea Da Costa. Cagnano (Sturany det.).

Orcula doliolum Brug. S. Angelo, Cagnano (Sturany det.).

Modicella avenacea Brug. und

— *Philippii* Cantr. Beide Arten wurden von Paganetti am Südabhang des Monte Gargano gesammelt (Sturany det.).

Granopupa granum Drap. Von Paganetti gesammelt (Sturany det.).

Clausilia (Delima) gibbula Rossm. Vom Fuß des Gebirges bei Manfredonia bis auf die Plateauhöhe bei S. Angelo sowie in der Umgebung von Cagnano (Wagner det.).

— *(Delima) laevissima* Ziegl. S. Angelo (Wagner det.).

— *(Medora) punctulata* Kstr. subsp. *platychela* Scacchi. Von Kobelt und von Paganetti am Südabhang des Monte Gargano gesammelt. Die Art scheint auf dem Plateau zu fehlen (Wagner det.).

Ericia elegans Müll. An zahlreichen Lokalitäten (Sturany det.).

2. Verzeichnis von Landschnecken mit transadriatischer Verbreitung.

Bei der Zusammenstellung der folgenden Liste erfreute ich mich im weitesten Umfange der freundlichen Unterstützung des Herrn Dr. A. Wagner, welcher mir zahlreiche wichtige Daten zur Verfügung stellte. Besonders sei darauf hingewiesen, daß die Angaben über *Fruticicola Floerickei* und die *Pomatias*-Arten von Dr. Wagner stammen.[1]

Das folgende Verzeichnis ist keinesfalls erschöpfend und wird durch spätere Aufsammlungen und systematische Untersuchungen zweifellos manche Bereicherung erfahren.

---

[1] Wichtige Angaben über Mollusken mit transadriatischer Verbreitung finden sich auch bei Kobelt, Studien zur Zoogeographie, Wiesbaden 1898, und Die geographische Verbreitung der Mollusken in dem paläarktischen Gebiet (Roßmäßler, Iconographie der Land- und Süßwassermoll., Neue Folge, Band XI). Bezüglich der Clausilien siehe auch Westerlund, Synopsis Molluscorum in regione palaearctica viventium ex typo *Clausilia* Drap., Mém. de l'Acad. Imp. des Sciences, St. Pétersbourg, 1901.

Wohl alle im folgenden genannten Arten sind echte Gebirgstiere und meiden lockere Sedimente. Die Arten werden im Erdboden oder an Felsen gefunden.

Zonites compressus Ziegl. aus Südkrain und Kroatien ist äußerst nahe verwandt und vielleich speziesidentisch mit *Zonites italicus* Kob. aus den Abruzzen und dem Matesegebirge. — Die *Zonites*-Arten meiden, soweit mir bekannt, gehölzfreies Terrain. *Zonites compressus* findet sich aus tiefster Lage bis in eine Höhe von etwa 1200 *m* (Visočica im Velebit, leg. Wagner).

Fruticicola Orsinii Porro, aus den Abruzzen, ist nicht spezifisch zu trennen von *Fr. Floerickei* Kob. aus den Gebirgen der Herzegowina, Montenegros und Albaniens. Herr Dr. Wagner, der sich gegenwärtig mit dem Studium dieser Artgruppe befaßt, schreibt mir hierüber: »*Fruticicola Floerickei* Kob. ist eine sehr variable Art, welche in zahlreichen Lokalformen bekannt geworden ist. Eine dieser Formen (von Bušat im Komgebiet, Montenegro) zeigt eine so auffallende Übereinstimmung mit Exemplaren der *Frutici cola Orsinii*, daß ich dieselben für identisch halte.« *Fruticicola Floerickei* findet sich in der alpinen Zone des Durmitor bis in eine Höhe von etwa 2000 *m* (Begova brdo und Prutaš, leg. Dr. Penther), lebt aber auch in der Waldzone, aber wohl kaum bis in tiefste Lage herabsteigend. *Helix orsinii* steigt in den Abbruzzen aus der Waldzone bis in das alpine Areal empor.

Clausilia (Delima) laevissima Ziegl. Dalmatien, Monte Gargano. — Wohl keinesfalls an Wald gebunden, bisher anscheinend nur aus tiefen Gebirgslagen bekannt.

— *(Delima) gibbula* Ziegl. Friaul, Istrien, Dalmatien, Pelagosa, Tremiti, Süditalien nordwärts bis in den Apennino Romano, Sizilien (Ätna). — Auf gehölzfreiem Terrain lebend, aus tiefster Lage bis in eine Höhe von 1700 *m* (Gipfel des Monte Catria in den Marche, nach Paulucci, Bul. Soc. Malacol. Ital., VII, 1881, p. 126) emporsteigend. [1]

Pomatias scalarinus Villa. Görz, Istrien, Kroatien, Dalmatien, Korfu, Taygetos, Schlucht des Mingardo am Monte Bulgheria in Kalabrien. [2] — Auf gehölzfreiem Terrain lebend, bisher nur aus tiefer Lage (vom Meeresniveau bis in eine Höhe von etwa 400 *m*: Umgebung von Knin in Dalmatien) bekannt.

Pomatias tessellatus Rossm. In den Rassenkreis dieser Art gehören außer der typischen Form von Epirus, Korfu und dem festländischen Griechenland subsp. *Westerlundi* Paul. aus Kalabrien, subsp. *yapygius* Westerl. von Otranto und subsp. *dionysii* Paul. von Syrakus. [3] — Auf gehölzfreiem Terrain lebend, bisher nur aus tiefer Lage bekannt.

3. Allgemeine Ergebnisse.

Aus den vorhergehenden Molluskenverzeichnissen ergibt sich die größte Übereinstimmung mit den bei den Coleopteren bestehenden Verhältnissen.

---

[1] Von besonderem Interesse ist auch das Vorkommen einer *Clausilia* aus dem Subgenus *Medora* in Süditalien. Das Subgenus *Medora* ist typisch ostadriatisch und in mehr als 20 Arten über Dalmatien, Croatien, Istrien und Südkrain verbreitet. Die Mehrzahl der Arten (nach Westerlund 16) sind in Dalmatien endemisch. Eine einzige Art, von den ostadriatischen Formen bisher als eigene Spezies abgetrennt, lebt in Süditalien. Es ist dies *Medora punctulata* Küst., von Kalabrien nordwärts bis in die Monti Sibillini verbreitet, aus tiefster Lage (Fuß des Monte Gargano bei Manfredonia) bis in die alpine Zone (Gipfel des Monte Sibilla, 2213 *m*) emporsteigend.

[2] Die Angabe, daß die Art in Südfrankreich bei »Frioul« vorkomme, ist wohl sicher unrichtig und bezieht sich auf Exemplare, die aus Friaul stammen!

[3] Nach Syrakus könnte die Art allerdings aus Griechenland eingeschleppt sein. Vgl. Wagner, Monographie der Gattung *Pomatias* Studer, Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math. nat. Klasse, LXIV (1897), p. 621.

Die transadriatischen Landschnecken scheinen östlicher Herkunft wie die Coleopteren.[1] Sie leben auf gehölzfreiem Terrain (mit Ausnahme des bisher wohl nur im Walde gefundenen *Zonites*) und besitzen teilweise eine sehr beträchtliche vertikale Verbreitung. Zwei Molluskenarten mit transadriatischer Verbreitung greifen nach Sizilien über.

Außer zahlreichen weitverbreiteten Arten und den nach der Balkanhalbinsel weisenden Clausilien enthält die Molluskenfauna des Monte Gargano ein typisch apenninisches Element in dem Vorkommen von *Campylaea setulosa* Brig. Auch *Zonites algirus* L. ist vielleicht als apenninisch anzusprechen, doch ist die Verbreitung dieser Art noch nicht in befriedigender Weise festgestellt.[2] Die Molluskenfauna des Gargano zeigt sonach nur sehr geringen apenninischen Einschlag. Zahlreiche für den Apennin charakteristische und daselbst weitverbreitete Landschnecken fehlen dem Monte Gargano.

Über transadriatische Pflanzen.

Von botanischer Seite wurde die Adriatisfrage bisher noch wenig untersucht.

G. Beck von Mannagetta erklärt die floristische Affinität zwischen Süditalien und den illyrischen Ländern durch Annahme einer tertiären Landbrücke quer über die Adria. »Erstaunen erregt die schon von Pančić konstatierte Tatsache, daß sich auf den italienischen Hochgebirgen im mittleren und südlichen Teile der Halbinsel die illyrischen Hochgebirgspflanzen vielfach in den gleichen Arten wie in der Balkanhalbinsel wiederfinden. Dieses Faktum läßt sich nur dadurch erklären, daß in der alten italienisch-dalmatinischen Landbrücke Gebirge sich befanden, die nach unserer Anschauung von Osten nach Westen das Eindringen der illyrischen Pflanzen ermöglichten, oder daß bereits früher ein einheitliches, mit Gebirgen versehenes Florengebiet bestand, das durch die Bildung des Adriatischen Meeres in zwei Stücke zerlegt wurde... Das unvermittelte Vorkommen gleicher Hochgebirgspflanzen auf den illyrischen und italienischen Gebirgen ist auch dadurch interessant, daß die Ausbreitung dieser Hochgebirgspflanzen eine schwache blieb. Ich zähle in der Apenninischen Halbinsel nur 16 Arten, die sich in Italien nordwärts verbreiteten. Der größte Teil, es sind 35 Arten, verblieb auf den Gebirgen Mittel- und Süditaliens.«[3] Auch einige griechische Hochgebirgspflanzen kommen nach Beck v. Mannagetta in den Gebirgen von Unteritalien vor. Ebenso hat eine Reihe von eigentümlichen Karstpflanzen den Weg nach Italien gefunden.

Die Auffindung des bisher nur aus den Gebirgen der Balkanhalbinsel bekannten *Hieracium Naegelianum* Panč. auf der Majella veranlaßt A. v. Degen, eine kurze Zusammenstellung von Pflanzen mit transadriatischer Verbreitung zu geben.[4]

A. Béguinot betont ganz im Allgemeinen die Beziehungen der Flora des Monte Gargano zu jener Dalmatiens, ohne in eine genauere Erörterung der Adriatisfrage einzugehen.[5]

---

[1] Eine erfreuliche Bestätigung dieser Anschauung erhalte ich von Herrn Oberstabsarzt Dr. Wagner. Herr Dr. Wagner schreibt mir: »Besonders richtig ist Ihre Folgerung, daß Süditalien wohl eingewanderte östliche Formen aufweist, daß dies aber umgekehrt für Dalmatien nicht nachweisbar ist. Dalmatien hat keine echte Apenninenform.«

[2] Vgl. Kobelt, System Conchylienkabinett, I. Bd., 12. Abt. (1905), p. 878. Eine dem *Z. algirus* sehr nahestehende Art lebt aber auf der Insel Cerigo.

[3] G. Beck v. Mannagetta, Die Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder, Leipzig 1901, p. 470. Auf p. 441 und p. 470 gibt v. Beck Verzeichnisse transadriatischer Pflanzen. — Die merkwürdigen Beziehungen der Flora von Unteritalien zu jener der Balkanhalbinsel sind schon seit langem bekannt. Vgl. beispielsweise Engler, Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt seit der Tertiärperiode, I. Teil (Leipzig 1879), p. 68 bis 71.

[4] Bull. Soc. Bot. Ital., 1906, p. 73 bis 75.

[5] Nuovo Giorn. bot. Ital., Nuova serie, XVI (1909), p. 116, 117.

Zusammenfassung.

Die wichtigsten Ergebnisse der vorliegenden Studie lassen sich in folgender Weise zusammenlassen:

1. Es gibt unter den Mollusken und ungeflügelten Coleopteren eine beträchtliche Zahl von Arten, deren typisch transadriatische Verbreitung die Annahme eines direkten Faunenaustausches zwischen Unteritalien und der Balkanhalbinsel über die hypothetische Adriatisbrücke hinweg nahelegt. Die meisten dieser transadriatischen Arten scheinen östlicher Herkunft.

2. Die meisten transadriatischen Arten vermögen auf vollständig baum- und strauchlosem Terrain zu leben. In der typischen Waldfauna von Unteritalien ist der transadriatische Einschlag kaum merklich.

3. Die Mehrzahl der transadriatischen Coleopteren und Mollusken besitzt eine sehr beträchtliche vertikale Verbreitung; nicht wenige dieser Arten steigen im Gebirge bis in die alpine Zone empor, mehrere Arten sind bisher ausschließlich aus höheren Gebirgslagen bekannt und dürften in tiefer Lage in der Gegenwart tatsächlich allenthalben fehlen. Bekanntlich gibt es auch unter den Hochgebirgspflanzen Italiens und der Balkanhalbinsel eine größere Anzahl transadriatischer Elemente.

4. Bezüglich des geologischen Alters der Adriatisbrücke vermag die Biogeographie naturgemäß keine verläßlichen Anhaltspunkte zu geben. Die sehr auffallende Erscheinung, daß sich unter den transadriatischen Tieren und Pflanzen so viele Charakterformen der höheren Gebirgslagen finden, scheint zugunsten einer Landverbindung im Diluvium zu sprechen.

HÖHENBERECHNUNG

VON

METEOREN DER PERSEIDENPERIODE (4.—15. AUGUST)

I. ABTEILUNG (1823 — 1858)

VON

DR. PHILIPP BROCH

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 23. MÄRZ 1911

Über Anregung des ehemaligen Direktors der Wiener Sternwarte Hofrat Dr. Edmund Weiß unternahm ich es, die bisher beobachteten korrespondierenden Augustmeteore, insoweit sie mir bekannt wurden, einer einheitlichen Neuberechnung zu unterziehen, und zwar nach der von Hofrat Weiß im LXXVII. Bande der Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien veröffentlichten Methode. Ich beschränkte mich bei der Auswahl der Meteore im allgemeinen auf die Zeit vom 4. bis zum 15. August, also auf die Zeit der Perseidenvorkommnisse.

Die in dieser ersten Serie veröffentlichten Resultate betreffen Sternschnuppenbeobachtungen, die in dem Zeitraum von 1823 bis 1858 angestellt worden sind.

Beobachtungs-jahr	Beobachtungsorte	Anzahl der korresp. Meteore	Quellen für die Beobachtungsangaben
1823	Breslau, Gleiwitz	8	Astronomische Nachrichten, Bd. 16, p. 331, 339 bis 344. Brandes, Unterhaltungen für Freunde der Physik und Astronomie, Leipzig, 1825, p. 26 bis 30.
1837	Berlin, Breslau	15	Astronomische Nachrichten, Bd. 17, p. 317.
1839	Berlin, Breslau	15	Astronomische Nachrichten, Bd. 19, p. 27 und ff.
1839	Wien, Kremsmünster	1	Annalen der Wiener Sternwarte, Bd. 20, p. 15 und 26. Ducke, Jahresbericht des städt. Gymnasiums in Wels 1910.

Beobachtungs-jahr	Beobachtungsorte	Anzahl der korresp. Meteore	Quellen für die Beobachtungsangaben
1842	Aachen, Mons, Frankfurt a. M. . .	4	Heis, Die periodischen Sternschnuppen und die Resultate der Erscheinungen, Köln 1849, p. 35.
			Heis, Resultate der in den Jahren 1833 bis 1875 angestellten Sternschnuppenbeobachtungen, Münster 1877, p. 150.
1848	Aachen, Neuenkirchen	1	Heis, Die periodischen Sternschnuppen. ., p. 35.
1849	Aachen, Bonn, Bremen, Frankfurt am Main, Hamburg, Neuenkirchen	11	Schmidt, Resultate aus zehnjährigen Beobachtungen über Sternschnuppen, Berlin 1852, p. 124 u. ff.
			Heis, Resultate . . ., p. 14, 15, 23, 24 und 150.
1850	Bonn, Aachen	8	Schmidt, Resultate . . . , p. 138.
			Heis, Resultate . . . , p. 27 bis 29 und 150.
1853	Münster, Siegen	11	Jahn, Unterhaltungen, Bd. 8, p. 15.
			Heis, Resultate . . . , p. 46 bis 49, 51 und 150.
1854	Münster, Hamm	2	Heis, Resultate . . . , p. 55, 56, 58 und 150.
1857	Bonn, Dorsten, Hamm, Münster, Prag, Königstadtl	10	Heis, Resultate . . . , p. 76, 77, 82, 83 und 150.
1858	Aachen, Bonn, Dickhorst, Dorsten, Dresden, Gaesdonck, Kassel, Münster, Prag, Rheine . . .	32	Heis, Wochenschrift, II, p. 213 u. ff.
			Heis, Resultate . . . , p. 84 bis 88 und 151.
			Astronomische Nachrichten, Bd. 50, p. 148 u. ff.

Da unter diesen 118 Meteoren 7 als an drei Orten und 1 Meteor als an vier Orten beobachtet angegeben sind, so erstreckt sich die Rechnung auf 135 Paare von Beobachtungen, die aber, wie sich im weiteren Verlaufe der Ausführungen zeigen wird, nicht alle als korrespondierend anzuerkennen sind. Die 118 Meteore verteilen sich auf die einzelnen Augusttage in folgender Weise:

August	4.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
1823	1	.	.	.	7	.	.
1837	.	.	.	15	.	.	.
1839	.	.	.	16	.	.	.
1842	.	.	2	.	2	.	.
1848	.	.	.	1	.	.	.
1849	.	.	.	.	11	.	.
1850	1	.	1	6	.	.	.
1853	.	.	3	7	1	.	.
1854	.	.	.	.	1	1	.
1857	.	.	.	2	4	2	2
1858	.	4	.	16	4	8	.
	2	4	6	63	30	11	2

Die Koordinaten der Beobachtungsorte sind folgende:

Beobachtungsort	Abgekürzte Bezeichnung	Geographische Länge östl. von Greenwich	Geographische Breite	Geozentrische Breite	log ρ (Erdradius)
Aachen	A	6° 4·5'	50° 46·6'	50° 35·3'	3·80377
Berlin	Be	13 23·7	52 30·3	52 19·1	73
Bonn	Bo	7 5·8	50 43·7	50 32·5	77
Bremen	Bm	8 48·7	53 4·6	52 53·5	72
Breslau	Bs	17 2·2	51 7·0	50 55·7	76
Dickhorst	Di	10 22·2	52 31·0	52 19·9	73
Dorsten	Do	6 57·3	51 40·0	51 28·8	75
Dresden	Dr	13 43·7	51 2·3	50 51·0	77
Frankfurt a. M.	F	8 41·8	50 7·0	49 55·7	79
Gaesdonck	G	6 7·5	51 40·0	51 28·8	75
Gleiwitz	Gl	18 42·2	50 18·0	50 6·7	79
Hamburg	Hb	9 58·4	53 33·1	53 22·1	70
Hamm	H	7 49·2	51 41·0	51 29·8	75
Kassel	K	9 30·0	51 19·1	51 7·9	76
Königstadtl	Kö	15 18·1	50 12·5	50 1·2	79
Kremsmünster	Kr	14 7·9	48 3·4	47 51·9	84
Mons	Mo	3 58·0	50 27·0	50 15·7	78
Münster	M	7 37·7	51 58·2	51 47·0	74
Neuenkirchen	N	7 11·2	49 20·5	49 9·1	81
Prag	P	14 25·4	50 5·3	49 54·0	79
Rheine	R	7 26·1	52 17·0	52 5·8	74
Siegen	S	8 2·0	50 52·4	50 41·1	77
Wien (alte Sternwarte)	W	16 22·9	48 12·6	48 1·1	84

Daraus ergeben sich die nachstehenden Positionen, in welchen der zweitgenannte Ort vom ersten aus gesehen wird. *S* und *D* sind der Stundenwinkel und die Deklination des zweiten Ortes in bezug auf den ersten, *R* die Entfernung beider Orte in Kilometern.

Standlinie	*S*	*D*	*R*	Zeitunterschied
Aachen—Dorsten	218° 4·5'	+ 32° 13·3'	116·7	— 3m 31s
Aachen—Frankfurt	286 40·2	— 13 22·6	201·0	— 10 29
Aachen—Gaesdonck	182 33·8	+ 38 50·0	99·2	— 0 12
Aachen—Mons	80 24·4	— 8 34·7	153·5	+ 8 26
Aachen—Neuenkirchen	326 24·4	— 35 1·3	178·3	— 4 27
Berlin—Breslau	293 58·5	— 18 54·4	294·7	— 14 34
Bonn—Aachen	93 43·9	+ 2 27·5	72·3	+ 4 5
Bonn—Bremen	209 1·0	+ 34 12·5	286·5	— 6 52
Bremen—Hamburg	240 42·3	+ 19 38·0	93·7	— 4 39
Breslau—Gleiwitz	299 59·2	— 22 47·7	148·7	— 6 40
Dorsten—Gaesdonck	90 24·0	0 0·0	57·4	+ 3 19
Dresden—Prag	328 34·0	— 35 7·0	116·5	— 2 47
Frankfurt—Gaesdonck	127 45·0	+ 25 47·7	249·2	+ 10 17

Standlinie	S	D	R	Zeitunterschied
Frankfurt—Neuenkirchen	59° 32·0'	— 23° 41·0'	138·9	+ 6m 2s
Kassel—Dickhorst	209 16·3	+ 34 13·3	145·9	— 3 29
Kassel—Dresden	272 36·5	— 3 46·9	297·3	— 16 55
Kassel—Prag	284 29·2	— 13 24·2	373·6	— 19 42
Mons—Frankfurt	272 27·5	— 3 59·6	338·9	— 18 55
Münster—Aachen	46 59·0	— 28 57·3	171·2	+ 6 13
Münster—Bonn	19 13·8	— 37 2·7	142·8	+ 2 8
Münster—Dorsten	60 38·4	— 21 10·4	57·3	+ 2 42
Münster—Dresden	277 47·3	— 8 30·0	435·7	— 24 24
Münster—Frankfurt	334 24·4	— 36 11·0	219·2	— 4 16
Münster—Gaesdonck	76 25·8	— 10 57·1	109·0	+ 6 1
Münster—Hamm	332 9·8	— 34 45·7	34·6	— 0 46
Münster—Kassel	292 45·7	— 17 35·0	148·3	— 7 29
Münster—Rheine	154 19·0	+ 35 23·4	37·3	+ 0 46
Münster—Siegen	343 21·0	— 37 22·9	125·2	— 1 37
Prag—Königstadtl	260 29·1	+ 7 32·0	64·1	— 3 31
Rheine—Aachen	36 25·3	— 32 53·7	192·4	+ 5 26
Rheine—Bonn	10 1·3	— 38 6·0	174·4	+ 1 21
Rheine—Gaesdonck	59 43·3	— 21 57·2	113·1	+ 5 14
Wien—Kremsmünster	86 45·4	— 3 51·0	168·3	+ 9 0

In der folgenden Tabelle A enthält die erste Kolonne die fortlaufenden Nummern der nach der Zeit geordneten Meteore, die zweite Kolonne den Beobachtungsort und die Nummer des betreffenden Beobachtungsjournals. Ein der Größenzahl angefügter Asterisk bezeichnet das Meteor als geschweift.

A.

Nr.	Beobachtungsort	August	Mittlere Ortszeit	Größe	Anfang		Ende		Zenithdistanz	
					AR.	Dekl.	AR.	Dekl.	Anfang	Ende
					1823					
1	Breslau 6	4	10h 47m		284·0°	+13·5°	298·0°	— 1·0°	38·5°	52·2°
	Gleiwitz				217·0	+27·0	211·8	+20·2	62·8	71·0
2	Breslau 10	11	9 45		278·0	+62·0	259·0	+58·5	11·7	16·9
	Gleiwitz				210·0	+65·3	213·0	+53·0	40·8	44·1
3	Breslau 11	11	10 11		26·0	+20·0	21·0	+13·5	76·8	78·7
	Gleiwitz				68·0	+53·0	120·0	+58·0	69·6	71·6
4	Breslau 12	11	10 30		300·5	— 1·3	288·0	—20·0	52·5	71·6
	Gleiwitz				252·3	+ 9·7	241·5	— 3·7	55·7	72·8
5	Breslau 13	11	10 36		241·0	+30·0	246·5	+20·0	47·1	51·0
	Gleiwitz				207·5	+36·0	209·0	+21·0	64·7	74·7
6	Breslau 14	11	10 50		284·0	+14·0	272·0	+ 4·0	39·9	53·4
	Gleiwitz				220·0	+28·0	212·0	+20·0	65·0	75·8

Nr.	Beobachtungsort	August	Mittlere Ortszeit	Größe	Anfang AR.	Anfang Dekl.	Ende AR.	Ende Dekl.	Zenithdistanz Anfang	Zenithdistanz Ende
				1823						
7	Breslau 17	11	11^{h} 1^{m}		283·0°	+16·5°	280·0°	+ 3·5°	38·8°	52·0°
	Gleiwitz	·			245·0	+22·0	242·0	+20·0	55·2	58·5
8	Breslau 18	11	11 7		300·5	+ 4·0	303·0	— 1·0	47·4	52·2
	Gleiwitz				231·0	+27·0	233·0	+16·0	61·5	68·2
				1837						
9	Berlin 2	10	12^{h} 10^{m}	3	322·0°	+20·0°	320·0°	+10·0°	32·5°	42·5°
	Breslau		22 49^{s}	3	283·5	+30·0	285·5	+15·0	37·2	48·0
10	Berlin 3	10	12 12	1	315·0	+ 5·0	320·0	— 5·0	47·9	57·5
	Breslau		26 58	♃*	262·5	+30·0	281·1	+10·0	50·8	55·0
11	Berlin 7	10	12 28	2	355·0	+24·0	355·0	+13·0	35·9	45·7
	Breslau		42 29	2	270·5	+40·0	277·0	+37·0	41·8	39·5
12	Berlin 10	10	12 38	klein	302·0	+11·0	301·0	+ 0·0	46·8	57·4
	Breslau		52 47	4	295·6	+12·0	289·0	+ 4·0	49·2	59·4
13	Berlin 11	10	12 41	—	0·0	+35·0	355·0	+20·0	28·1	38·2
	Breslau		53 30	—	249·0	+61·0	246·0	+42·0	44·4	56·7
14	Berlin 16	10	12 57	klein	75·0	+45·0	80·0	+28·0	61·6	77·3
	Breslau		13 11 32	3	132·0	+64·0	149·0	+60·5	63·2	68·2
15 [1]	Berlin 18	10	13 4	3	345·0	+14·0	0·0	+28·0	39·4	30·8
	Breslau		16 55	3	277·8	+38·6	277·8	+38·6	43·5	43·5
16	Berlin 22	10	13 18	1	340·0	+10·0	355·0	+ 2·0	42·5	52·2
	Breslau		33 32	1*	302·0	+27·0	286·5	+13·0	38·9	59·0
17	Berlin 24	10	13 21	1	340·0	+20·0	338·0	+ 8·0	32·5	44·5
	Breslau		36 11	—	326·0	+27·0	322·0	+16·0	27·5	39·0
18	Berlin 32	10	13 50	2	0·0	+28·0	323·0	+18·0	26·4	39·2
	Breslau		14 4 59	2*	304·0	+39·0	300·0	+22·0	34·4	48·6
19	Berlin 35	10	13 59	—	10·0	+20·0	8·0	+10·0	36·4	45·2
	Breslau		14 13 8	1*	309·0	+45·0	291·0	+27·0	29·3	51·7
20	Berlin 38	10	14 4	2	74·0	+46·0	84·0	+39·0	51·8	62·0
	Breslau		19 10	—	205·0	+60·0	190·0	+54·5	66·1	73·6
21	Berlin 39	10	14 8	1	58·0	+46·0	80·0	+38·0	42·7	60·3
	Breslau		20 39	—	100·0	+76·0	118·0	+72·0	44·4	50·7
22	Berlin 42	10	14 17	1	68·0	+58·0	82·0	+55·0	40·7	48·8
	Breslau		30 59	—	221·0	+76·0	158·0	+74·0	49·8	54·2
23	Berlin 55	10	15 3	—	74·0	+50·0	86·0	+50·0	41·5	47·9
	Breslau		18 11	♃*	265·0	+55·0	240·0	+55·0	56·5	65·7

[1] Breslau: stationär.

Nr.	Beobachtungsort	August	Mittlere Ortszeit	Größe	Anfang		Ende		Zenithdistanz	
					AR.	Dekl.	*AR.*	Dekl.	Anfang	Ende
	1839									
24	Berlin 1	10	$9^h\ 40^m\ 52^s4$	—	11·6°	+48·5°	8·6°	+36·5°	52·4°	58·9°
	Breslau		55 22·3	3	105·0	+58·0	118·0	+52·0	70·9	76·5
25	Berlin 9	10	9 58 23·4	—	335·5	— 6·6	329·5	—14·6	71·4	75·9
	Breslau		10 12 53·3	—	280·0	+ 4·0	267·0	—20·0	48·2	74·4
26	Berlin 11	10	10 0 5·8	1*	338·5	— 5·5	323·5	— 8·6	71·6	68·0
	Breslau		14 33·3	2	317·5	+ 9·0	303·0	—11·0	46·9	62·8
27	Berlin 13	10	10 6 17·4	—	323·5	— 9·6	319·5	—18·0	68·3	74·9
	Breslau		20 46·3	♀	291·0	+ 6·0	266·0	+ 4·0	45·2	52·6
28	Berlin 19	10	10 12 29·8	2*	294·0	+ 2·7	279·5	— 7·4	49·8	60·8
	Breslau		26 59·3	2	212·0	+19·0	219·0	+ 3·0	71·3	79·2
29	Berlin 22	10	10 20 8·6	—	325·5	—14·6	318·5	—22·7	72·5	78·3
	Breslau		34 37·3	1	261·5	+35·0	232·0	+ 6·0	30·3	70·0
30	Berlin 23	10	10 20 22·4	1*	2·5	+15·5	357·0	— 1·5	64·9	75·3
	Breslau		34 54·3	1	15·0	+53·0	5·0	+49·0	45·4	42·4
31	Berlin 27	10	10 28 1·4	1	27·5	+43·4	22·5	+38·4	57·9	58·7
	Breslau		42 28·3	1	38·0	+60·0	22·0	+50·0	51·2	49·6
32	Berlin 29	10	10 31 13·7	—	337·5	—12·6	329·0	—21·5	74·0	79·2
	Breslau		45 42·3	4	293·0	+ 4·0	287·0	—18·0	47·5	70·1
33	Berlin 31	10	10 33 6·5	—*	311·0	—10·5	305·5	—15·7	64·2	68·6
	Breslau		47 37·3	4	261·5	0·0	244·0	— 1·0	60·9	70·6
34	Berlin 33	10	10 35 57·8	—*	302·0	— 8·8	298·5	—16·7	61·4	69·2
	Breslau		50 26·3	1	215·0	+22·0	229·0	+10·0	70·8	71·2
35	Berlin 36	10	10 40 15·7	—*	18·6	+28·4	8·5	+15·5	61·9	65·5
	Breslau		54 44·3	1	158·0	+70·0	192·0	+60·0	56·2	55·6
36	Berlin 38	10	10 43 28·3	1*	336·4	+26·5	327·4	+17·4	37·8	41·3
	Breslau		57 58·3	1	277·0	+25·0	268·0	+ 5·0	32·9	54·6
37	Berlin 46	10	10 59 22·7	—	338·0	+ 3·4	327·5	— 3·1	56·8	59·2
	Breslau		11 13 54·3	3	212·0	+37·0	213·0	+24·0	65·0	74·1
38	Berlin 50	10	11 11 26·5	1*	325·5	+14·4	319·5	+ 7·4	41·0	46·3
	Breslau		25 56·3	1*	306·0	+30·0	291·0	+12·0	21·3	42·8
39	Wien 208	10	11 39 26	1*	322·7	— 1·2	312·6	—15·8	50·0	64·0
	Kremsmünster 190		24 [1]	4	339·0	— 0·3	328·2	—11·1	54·0	61·0
	1842									
40	Aachen 341	9	$9^h\ 41^m2$	2*	262	+28	266	0	27·9	52·9
	Mons 3		32·2	2·3*	344	+42	317	+ 5	43·0	54·4
41	Aachen 368	9	10 21·7	1*	305	+49	257	+18	7·7	43·7
	Mons 19		12·9	1*	1	+39	338	+10	48·9	55·7

[1] Mittlere Wiener Zeit.

Nr.	Beobachtungsort	August	Mittlere Ortszeit	Größe	Anfang		Ende		Zenithdistanz	
					AR.	Dekl.	*AR.*	Dekl.	Anfang	Ende
				1842						
42	Aachen 676	11	10h 9m8	2	311°	+30°	308°	+17°	25·4°	36·3°
	Mons 24		1·0	2·3	359	+29	350	+ 5	55·5	67·8
43	Aachen 730	11	11 23·1	1*	238	+43	243	+24	47·7	57·1
	Mons 62		14·2	1*	27	+70	288	+53	40·1	12·4
	Frankfurt		33·5	1*	210	+48	220	+35	61·4	65·3
				1848						
44	Aachen	10	9h 41m0	1*	325°	+15°	282°	−21°	48·2°	71·8
	Neuenkirchen			1*	40	+59	180	+68	59·2	50·5
				1849						
45	Bremen 1	11	9h 42m 33s	2*	350°	+26°	341·3°	+21°	54·1°	52·8°
	Hamburg 5		47 11	1*	307	+15	296	+ 7	41·6	47·1
46	Bonn 3343	11	9 40 47	2	310	+12	300	− 1	43·6	53·2
	Aachen 3286		37 21	2*	318	+16	317	− 3	44·0	60·6
47	Aachen 3293	11	9 45 5	2*	334	+ 1	323	− 7	63·9	65·8
	Frankfurt 2		55 32	3	286	+14	274	− 4	36·2	55·7
48	Frankfurt 4	11	10 4 48	3	302	+ 7	299	−11	44·0	61·5
	Neuenkirchen 18		9 58 47	3	343	+11	339	+ 5	58·1	60·6
49	Bonn	11	10 11 57	1*	133·5	+66·5	162·5	+60	61·8	62·4
	Bremen 16		18 47	1	248·8	+33	247·5	+10	38·4	57·4
50	Bonn	11	10 53 20	3	126	+56·5	121	+47	72·8	82·2
	Bremen 31		11 0 9	1*	249	+24·5	242	+ 5	50·6	70·2
51	Bonn 3362	11	11 3 49	2*	321	+70	302	+64	20·5	13·4
	Aachen 3365		0 25	2*	358	+57	342	+42	31·0	26·6
52	Bonn 3368	11	11 24 20	2	197	+42·5	204	+36·5	70·7	72·0
	Bremen 40		31 10	2	238·3	+28	234·5	+ 8·5	59·1	76·4
53	Bonn	11	11 33 0	4	71·5	+40·5	70	+37	73·9	76·1
	Bremen 45		39 51	1*	5	+40	26·3	+18	35·8	64·3
54	Bonn 3380	11	11 54 39	4	59	+45·5	66·5	+43	61·7	67·1
	Bremen 56		12 1 28	2	325	+18	327·5	+ 4	35·2	49·4
55	Bonn 3386	11	12 7 8	3*	184	+61·2	185·7	+55	63·2	68·2
	Bremen 59		13 59	2	276·5	+14	270·5	+ 3·5	53·9	66·0

Nr.	Beobachtungsort	August	Mittlere Ortszeit			Größe	Anfang		Ende		Zenithdistanz	
							AR.	Dekl.	*AR.*	Dekl.	Anfang	Ende
						1850						
56	Bonn 3819	4	9h	39m	18s	2	281°	+ 4°	277°	− 2°	46·8°	52·7°
	Aachen 4259			35	7	2*	306	+10	302	0	47·3	55·1
57	Bonn 3858	9	11	4	4	3*	120	+66	133	+62	63·2	67·1
	Aachen 4302		10	59	54	2*	75	+60	93	+57	62·7	69·4
58	Bonn 3910	10	9	30	55	2	190	+68	197	+58	44·6	46·5
	Aachen 4374			26	49	2	290	+88	225	+80	37·3	34·4
59	Bonn 3921	10	10	7	16	1*	0	+25	352	+14	57·9	61·1
	Aachen 4420			3	12	1*	5	+16	355	+ 5	68·4	70·6
60	Bonn 3924	10	10	19	57	1*	294	−10	285	−24	60·7	75·2
	Aachen 4432			15	48	1*	311	−12	304	−20	64·7	71·4
61	Bonn 3926	10	10	26	38	2*	216	+40	217	+30	54·2	60·3
	Aachen 4440			22	33	2*	230	+59	224	+41	36·5	48·2
62	Bonn 3958	10	11	35	39	1*	281	+31·5	261·5	+12·5	30·4	56·5
	Aachen 4469			31	43	1*	309	+33	295	+11	17·9	42·1
63	Bonn 3976	10	11	42	59	1*	293	+17·5	286	+ 4	37·6	52·6
	Aachen 4473			39	7	1*	344	+39	324	+10	24·2	41·6
						1853						
64	Münster 6331	9	10h	7m	0s	3	239°	+ 4°	240°	− 6°	63·8°	71·9°
	Siegen 3			8	30	4	183	+38·5	190	+27	70·4	75·5
65	Münster 6354	9	10	37	40	1*	324	+ 8	316	− 3	48·9	57·1
	Siegen 4			44		2*	332	+33	327	+13	30·5	44·5
66	Münster 6393	9	11	26	40	2	303	−10	297	−20	62·3	72·9
	Siegen 8			28		2*	294	+ 3	288	−16	49·8	69·7
67	Münster 6516	10	10	23	32	1*	305	+ 8	300	− 1	44·7	53·1
	Siegen 13					—	40	+69	140	+82	48·1	46·5
68	Münster 6531	10	10	43	14	2	270	+31	265	+28	30·4	30·4
	Siegen					—	159	+75	163	+66	51·6	58·7
69	Münster 6536	10	10	46	25	2	317	+14	312	+ 5	40·1	47·9
	Siegen 18			52		1	6	+63	322	+58	35·5	13·9
70	Münster 6544	10	10	55	45	1*	352	+ 7	348	− 3	60·1	66·7
	Siegen 19			57		1	16	+32	3	+15	55·0	59·2
71	Münster 6551	10	11	5	35	1*	340	+18	315	+10	43·3	42·6
	Siegen 20			7		—	20	+89	157	+76	38·9	51·6
72	Münster 6557	10	11	7	55	1*	263	+30	256	+35	38·5	39·3
	Siegen					—	169	+56	177	+45	67·5	74·7

Nr.	Beobachtungsort	August	Mittlere Ortszeit	Größe	Anfang		Ende		Zenithdistanz	
					AR.	Dekl.	*AR.*	Dekl.	Anfang	Ende
	1853									
73	Münster 6563	10	11^h 12^m 32^s	1	160°	+58°	167°	+44°	66·9°	78·1°
	Siegen			—	143	+38	127	+50	90·1	79·1
74	Münster 6721	11	10 55 8	2	295	—15	291	—20	67·4	72·9
	Siegen			—	171	+77	147	+67	48·8	60·9
	1854									
75	Münster 7300	11	9^h 46^m 21^s	1*	210°	+65°	216°	+40°	39·3°	48·5°
	Hamm			1*	180	+66	190	+50	49·9	56·4
76	Münster 7331	12	10 11 3	3	30	+41	42	+40	62·2	69·0
	Hamm			3	40	+52	60	+45	59·1	72·7
	1857									
77	Prag	10	9^h 24^m	3	115°	+69°	75°	+67°	60·4°	61·4°
	Königstadtl			3	155·5	+58	125	+62	63·0	66·2
78	Prag	10	9 50	2	263	+80	333	+88	31·0	38·6
	Königstadtl			3	264	+52	201	+55	14·9	49·4
79	Münster 9102	11	9 20 21^s	2*	307	+18	297	+ 2	39·9	51·9
	Bonn 133		18 13	2*	5·5	+55	359	+48·5	48·6	48·8
80	Münster 9109	11	9 26 55	2	287	+10	293	— 6	42·2	58·7
	Bonn 134		24 47	2	342	+65	9	+60	33·6	46·8
81	Münster 9121	11	9 46 0	1*	312	+ 7	304	— 6	49·5	59·8
	Bonn 136		43 51	1*	345	+34	336·5	+22·5	45·2	47·9
82	Münster 9133	11	10 0 5	2*	263	+14	263	— 2	43·8	58·7
	Bonn 138		9 58 0	2*	262	+65	231	+71	20·2	33·0
83	Münster 9177	12	9 53 34	1*	285	+14	281	+ 3	38·2	49·5
	Hamm			F*	270	+ 3	262	+19	51·4	39·3
84	Münster 9193	12	10 44 58	1*	306	— 6	306	—16	58·0	68·0
	Dorsten		42 16	1*	340	+13	350	+ 3	49·3	63·0
85	Münster 9226	13	9 58 48	1*	288	+40	270	+31	12·3	26·4
	Bonn 145		56 39	1*	22	+65·5	53	+81	45·4	44·5
86	Münster 9248	13	10 47 56	2*	275	+38	268	+36	24·7	30·1
	Bonn 155		45 50	2	107	+81	136	+72·5	48·0	56·5
	1858									
87	Münster 9838	8	9^h 26^m 32^s	1*	340°	+29°	310°	+18°	50·2°	41·9°
	Bonn 12		24 25	1*	28	+47	37	+55	65·2	62·7
88	Münster 9882	8	10 19 40	1*	265	+50	257	+14	17·0	47·1
	Bonn 23		27 33	♃*	310	+84	233	+69	33·6	32·7
	Aachen 7		15 13	1*	19	+60·5	0	+66·5	47·0	37·0

Nr.	Beobachtungsort	August	Mittlere Ortszeit	Größe	Anfang		Ende		Zenithdistanz	
					AR.	Dekl.	*AR.*	Dekl.	Anfang	Ende
				1858						
89	Münster 9896	8	10^h 36^m 32^s	♀*	220°	+30°	197°	+45°	58·6°	60·9°
	Rheine		35 50	1*	230	+25	218	+40	56·0	52·7
	Bonn 29		34 25	2*	168	+56	137	+51	64·8	76·7
	Aachen 10		30 32	1*	131	+68	105	+53	60·6	75·9
90	Münster 9913	8	10 58 54	2*	331	+12	319	− 4	46·4	57·8
	Gaesdonck			1*	342	+14	335	0	50·3	59·3
91	Münster 9967	10	9 2 41	♀*	204	+55	180	+40	40·3	62·1
	Gaesdonck			F	201·5	+73	125	+82	36·2	45·3
	Rheine			1*	204	+52	185	+35	41·5	62·7
92	Münster 9971	10	9 45 30	1*	346	+12	343	− 8	62·6	77·4
	Dorsten		42 48	2*	7	+20	0	+ 3	69·7	78·5
93	Münster 9992	10	10 0 50	♀*	305	+20	323	+10	34·2	50·1
	Aachen 18		9 54 40	1*	27	+40	17	+26	65·2	69·7
94	Münster 10001	10	10 1 17	3	350	+32	344	+25	47·6	49·0
	Gaesdonck		9 55 13	2	13·5	+25	8	+19	68·0	69·1
95	Münster 10006	10	10 8 47	3*	325	− 2	320	−10	61·0	66·7
	Kassel			2*	298	+15	292	+ 1	36·5	50·3
96	Münster 10012	10	10 12 2	1*	4	+47	345	+23	45·0	49·5
	Gaesdonck		5 58	1*	25	+30	5	+21	69·5	64·1
	Aachen 21		5 52	1*	25	+44	18	+34	59·8	62·9
97	Münster 10016	10	10 16 32	1*	323	+12	304	− 3	46·6	55·7
	Gaesdonck		10 28	1*	351	+15	342	+ 4	59·4	63·3
	Aachen 22		10 22	1*	19	+27	13	+19	67·8	70·0
98	Münster 10017	10	10 17 55	1*	344	+15	330	+ 3	54·3	57·6
	Gaesdonck		11 51	1*	2	+15	353	+ 7·5	65·9	66·4
99	Aachen 25	10	10 29 6	2	194	+53	198	+42·5	57·5	62·9
	Dorsten		32 34	1	221	+29	227	+12	59·4	68·4
100	Aachen 27	10	10 31 30	1*	22	+45	29	+36	54·1	64·1
	Dorsten		34 58	2*	336	+33	325	+25	33·3	33·7
101	Münster 10060	10	10 43 32	1*	355	+33	344	+16	43·5	50·0
	Dresden			1*	216	+31	214	+18	66·4	77·4
102	Aachen 31	10	10 47 51	1	172	+68	182	+55	55·3	62·7
	Gaesdonck		57	1	210	+64	215	+43	45·6	55·6
103	Dresden	10	11 26 18	1*	249·5	+41·5	249	+29	55·9	56·6
	Kassel			2*	4	+18	354	+10	42·1	50·4
104	Münster 10100	10	11 5 43	♀*	357	+23	343	+ 3	48·6	58·0
	Aachen 34		10 59 33	1*	28·5	+33	27	+21	61·8	69·6
	Gaesdonck		59 39	2*	6	+14	0·5	+ 8	61·8	63·4

Nr.	Beobachtungsort	August	Mittlere Ortszeit	Größe	Anfang		Ende		Zenithdistanz	
					AR.	Dekl.	*AR.*	Dekl.	Anfang	Ende
				1858						
105	Aachen 43	10	$11^h\ 37^m\ 3^s$	2*	43°	+38°	38°	+27°	61·3°	66·1°
	Gaesdonck		9	2*	13	+ 9	6	+ 4	64·3	64·5
106	Aachen 44	10	11 41 16	1*	32	+56·5	23	+50	43·8	42·1
	Gaesdonck		22	1*	305	+29	347	+19	23·7	41·4
107	Rheine	11	10 12 35	1*	264	+ 5	244	− 6	53·1	71·7
	Gaesdonck			1*	306	+49	232	+40	9·4	42·1
108	Kassel	11	10 46 3	2*	33	+36	17	+26	63·5	61·1
	Dickhorst			1*	352	+ 5	319	0	62·5	54·3
109	Kassel	11	10 50 8	1*	25	+21	21	+13	69·1	72·7
	Dresden			1*	269	+72	258	+50	26·5	30·5
	Prag			1*	195	+65	197	+48	53·7	65·2
110	Kassel	11	11 31 12	1*	358	+38	347	+30	34·1	33·0
	Prag			1*	219	+38·5	222	+28·5	66·4	72·0
111	Münster 10203	12	9 36 59	2	231	+33	226	+20	43·1	55·6
	Rheine		17	2	206	+14	273	+ 4	72·3	49·3
112	Münster 10210	12	9 46 53	2	311	+14	301	− 1	42·3	54·1
	Rheine		11	2	301	− 2	303	−14	55·5	67·6
113	Münster 10230	12	10 16 56	3	339	+ 9	335	+ 1	55·7	60·8
	Kassel			2*	318	+26	312	+24	29·9	29·6
114	Münster 10239	12	10 36 50	1*	350	+24	345	+ 8	46·8	57·1
	Rheine		8	2*	345	+14	337	0	52·3	60·7
115	Rheine	12	10 45 51	1*	220	+47	220	+35	50·7	58·7
	Gaesdonck		40 29	2*	140	+76	157	+68	51·7	57·4
116	Kassel	12	10 56 49	1*	342	+16	333	+ 2	45·8	54·5
	Dresden			2*	237	+15	259·5	+ 5	67·4	61·9
117	Münster 10281	12	11 35 6	♀*	344	+ 2	322	−12	55·6	64·3
	Kassel			1*	324	+20	302	+26	31·8	27·7
118	Münster 10289	12		3	341	− 1	339	−12	56·9	66·9
	Kassel		11 48 36	3	306	− 6	307	−14	58·3	66·0

Bemerkungen.

Bei Nr. 9, 13, 15 und 21 ist die Zeitdifferenz um zirka 2^m kleiner, bei Nr. 16 um 1^m größer als der Unterschied ($14^m\ 34^s$) der geographischen Längen.

Nr. 44 bis 54. Als Positionsdaten sind im allgemeinen die in Schmidt »Resultate aus zehnjährigen Beobachtungen über Sternschnuppen« veröffentlichten angenommen. Nur bei Nr. 47 wurde die Anfangsrektaszension Aachen 334° und bei Nr. 53 die Anfangsdeklination Bremen 40° aus Heis »Resultaten« p. 15 entnommen, da diese ein besseres Resultat liefern als die von Schmidt angegeben 344, beziehungs-

weise 4·0° — Schmidts »Astronomische Beobachtungen über Meteorbahnen, Athen 1869« konnte ich leider nicht erlangen, um Kontrollvergleiche anzustellen.

Nr. 64 bis 74. Die in Heis »Resultaten« veröffentlichten Angaben der Beobachtungen Münster + Siegen 1853 zeigen gegenüber der älteren, ebenfalls von Heis herrührenden Veröffentlichung in Jahns Unterhaltungen VIII, p. 15 mehrfach größere Abweichungen, die aber fast durchwegs eine Verschlechterung der Rechnungsergebnisse bewirken. Nur bei dem ersten dieser Meteore, bei Nr. 64, habe ich für Münster Anfangsdeklination den aus den »Resultaten« entnommenen Wert 4° statt der bei Jahn angegebenen 41° benützt, wodurch eine wesentliche Verbesserung erzielt wurde. Im allgemeinen aber scheinen die in den »Resultaten« veröffentlichten Positionen weniger verläßlich zu sein als die Jahn'schen Angaben. So ist für Nr. 71 die Endrektaszension Siegen in den »Resultaten« p. 51 mit 117°, dagegen p. 150 mit 157° angegeben. Da der letztere Wert sich auch in Jahns Unterhaltungen findet, wurde er der vorliegenden Rechnung zugrunde gelegt. Andrerseits zeigt die Nummernbezeichnung der Siegener Beobachtungen bei Jahn mehrere Fehler. So sind dort die dritte und fünfte Siegener Beobachtung (Nr. 66 und 68 dieser Abhandlung) beide mit 8 bezeichnet. Bei Nr. 71 ist das in den »Resultaten« angegebene Siegen 20 jedenfalls richtiger als 17 (bei Jahn). Auch bei Nr. 73 dürfte die Jahn'sche Bezeichnung Siegen 24 nicht richtig sein, da diese Beobachtung der Zeit nach auf Siegen 29 (Nr. 72) folgt. Die Zeitdifferenz Siegen—Münster ist in Heis »Resultaten« p. 150 unrichtig mit $-2^m 26^s$ statt mit $+1^m 37^s$ angegeben, da dort die geographische Länge von Siegen um 1° zu klein angenommen ist.

Nr. 75, 76 und 83. Die Beobachter in Hamm standen mit denen in Münster in telegraphischer Verbindung.

Nr. 81. In Heis »Resultaten« ist die Enddeklination Münster auf p. 76 mit +6°, auf p. 151 mit —6° angegeben, welch letzterer Wert für die weitere Rechnung benützt wurde.

Nr. 87. In Heis Wochenschrift II, p. 213, ist die Journalnummer mit 9238 statt mit 9838 angegeben, ein Fehler, der analog auch bei Nr. 88 und 89 vorkommt. In den »Resultaten« p. 84 sind bei der Münsterer Beobachtung die Anfangs- und Endkoordinaten vertauscht. Auch sonst weisen die Koordinatenangaben in den »Resultaten« mancherlei Abweichungen gegenüber der Wochenschrift auf, die aber meist keine Verbesserung bewirken würden, weshalb, von wenigen Fällen abgesehen, die Angaben der Wochenschrift beibehalten wurden.

Nr. 88. In Heis Wochenschrift ist nur die Zeit der Münsterer Beobachtung und zwar mit $10^h 29^m 40^s$ angegeben, in den »Resultaten« p. 84 dagegen mit $10^h 19^m 40^s$ und die zugehörige Bonner Beobachtungszeit p. 88 mit $10^h 27^m 33^s$, was bei dem Längenunterschied Münster—Bonn ($2^m 8^s$) sehr gut zur erstangeführten Münsterer Zeit passen würde. In den »Resultaten« steht aber Münster 9882 zwischen 9881 um $10^h 17^m 57^s$ und 9885 um $10^h 21^m 30^s$, weshalb 19^m wohl als richtig anzusehen ist. Da ferner bei Münster 9882 die Identität mit Bonn 23, ebenso bei Bonn 23 die Identität mit Münster 9882 ausdrücklich bemerkt ist, dürfte wahrscheinlich bei der Bonner Zeitangabe ebenfalls 27^m in 17^m zu korrigieren sein. In der Wochenschrift ist die Größe des in Bonn gesehenen Meteors als 4*, in den Resultaten p. 84 als 1*, dagegen p. 151 als J* angegeben. Ich habe das letztere angenommen, weil wahrscheinlich die Bezeichnung 4 in der Wochenschrift durch die Ähnlichkeit des Jupiterzeichens ♃ mit 4 veranlaßt sein dürfte.

Nr. 89. In Heis Wochenschrift ist für Münster 9896 die Zeit $9^h 36^m 32^s$ angeführt, in den »Resultaten« $10^h 36^m 32^s$. Da die erstgenannte Zeit mit Nr. 88 in Widerspruch steht, wurde die andere Angabe zur Rechnung verwendet.

Nr. 91. In den »Resultaten« p. 85 ist für Münster die Anfangsdeklination 55° gegeben, in der Wochenschrift dagegen 52°, was möglicherweise auf einer Verwechslung mit der Anfangsdeklination für Rheine beruht.

Bei Nr. 93 ist in den »Resultaten« für die Aachener Beobachtung unrichtig der 9. August statt des 10. angegeben und bei

Nr. 94 für die Münsterer Beobachtung $10^h\ 3^m\ 17^s$ statt $10^h\ 1^m\ 17^s$ (Wochenschrift), welch letztere Angabe sehr gut zur Gaesdoncker Beobachtungszeit paßt.

Nr. 96. Für Münster 10012 wird in der Wochenschrift p. 213 die Zeit mit $10^h\ 22^m\ 2^s$, dagegen p. 205 und in den »Resultaten« mit $10^h\ 12^m\ 2^s$ angegeben. Da die erste Angabe im Widerspruch zur folgenden Nr. 97 stünde, wurde 12^m als richtig angenommen.

Nr. 97. Die Münsterer Beobachtungszeit ist in der Wochenschrift p. 205 unrichtig mit $10^h\ 15^m\ 32^s$ angegeben statt mit $10^h\ 16^m\ 32^s$ (Wochenschrift p. 213 und Resultate p. 85).

Nr. 100. Sowohl in der Wochenschrift als auch in den »Resultaten« (p. 88) ist noch eine dritte in Gaesdonck angestellte Beobachtung angeführt, für welche in beiden Veröffentlichungen als Anfangsrektaszension 387° angegeben ist, so daß diese Beobachtung von mir nicht verwertet werden konnte. Das Meteor ist in den »Resultaten« auch p. 151 (unter Nr. 57) als dreifaches angegeben.

Nr. 111 und 112 sind in der Wochenschrift und in den »Resultaten« p. 151 vom 11. August datiert In den »Resultaten« p. 86 sind aber die Münsterer Beobachtungen 10203 und 10210 in der Liste der Beobachtungen vom 12. August, während die als korrespondierend bezeichneten Beobachtungen von Rheine auch p. 88 vom 11. August datiert sind. Richtig ist wohl der 12. August.

Nr. 114. In der Wochenschrift ist als Münsterer Beobachtungszeit $10^h\ 36^m\ 50^s$ angegeben, in den »Resultaten« p. 86 dagegen $10^h\ 29^m\ 7^s$. Zur letzteren Angabe paßt aber nicht die Zeit der auch in den »Resultaten« als zugehörig bezeichneten Beobachtung von Rheine, wohl aber zu der in der Wochenschrift angeführten Zeit, welche daher der Rechnung zugrunde gelegt wurde.

Nr. 118. In der Wochenschrift ist ausdrücklich mittlere Kasseler Zeit angegeben. In den »Resultaten« p. 87 steht dieselbe Zeitangabe bei Münster 10289 als Münsterer Zeit.

Die Tabelle *B* enthält in der zweiten Kolonne nur die abgekürzte Bezeichnung der Beobachtungsorte; dann folgen die Anfangs- und die Endparallaxe, das sind die Winkel, unter welchen die Distanz der beiden Beobachtungsorte vom Anfangs-, beziehungsweise Endpunkte der Meteorbahn aus erscheint *E* bezeichnet die in Kilometern ausgedrückten kürzesten Entfernungen, in welcher die von beiden Orten zu den Anfangs-, beziehungsweise Endpunkten gezogenen Visurlinien aneinander vorübergehen. *e* sind die Winkel, unter welchen *E* vom ersten und vom zweiten Orte aus gesehen wird. *f* bedeutet die geringste Änderung (in Graden), die an jedem der beiden beobachteten Anfangs-, beziehungsweise Endorte des Meteors angebracht werden muß, um die Visurlinien zum Durchschnitt zu bringen. φ_1 und φ_2 sind die geozentrischen Breiten, λ_1 und λ_2 die von Greenwich aus nach Osten gezählten geographischen Längen der Erdorte, für welche das Meteor am Anfang und am Ende seiner Bahn im Zenith stand. Je besser diese Werte von φ und λ für die beiden Beobachtungsorte übereinstimmen und je kleiner *E*, *e* und *f* sind, umso größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß die als korrespondierend angenommenen Meteore wirklich identisch sind.

Auf der rechten Seite der Tabelle bezeichnen r_1 und r_2 in Kilometern die Entfernungen des Anfangs- und Endpunktes von jedem der beiden Beobachtungsorte. H_1 und H_2 sind die Kilometerzahlen der Höhen des Anfangs- und Endpunktes über der Erdoberfläche. *dr* und *dH* drücken in Kilometern den Maximaleinfluß aus, den ein Beobachtungsfehler $\pm 1°$ auf die Entfernung, beziehungsweise die Höhen ausüben kann. *i* ist der Neigungswinkel der Meteorbahn gegen die nach abwärts gerichtete Zenithlinie des Beobachtungsortes. $i > 90°$ bedeutet demnach ein Aufsteigen des Meteors.

B.

Nr.	Beobachtungsort	Parallaxe		E in Kilometern		e		f		Anfang		Ende	
		Anfang	Ende	Anfang	Ende	Anfang	Ende	Anfang	Ende	φ_1	λ_1	φ_2	λ_2
1	Bs	63·6°	86·8°	9·3	13·3	5·1°	9·0°	2·0°	3·6°	50° 23'	16° 47'	50° 20'	17° 7'
	Gl					3·3	6·0			20	44	16	3
2	Bs	28·9	25·9	17·1	17·4	4·1	4·0	1·8	1·7	51 20	16 50	51 19	16 14
	Gl					3·2	3·1			27	59	11	6
3	Bs	46·1	83·3	11·1	11·7	3·1	5·7	1·7	3·0	51 22	19 46	51 3	18 39
	Gl					3·8	6·2			20	44	1	37
4	Bs	49·2	48·1	26·6	7·4	8·1	2·3	4·3	1·2	49 38	17 12	49 23	16 40
	Gl					9·1	2·4			29	5	22	39
5	Bs	28·6	35·1	26·8	17·8	10·4	8·3	3·8	2·9	50 52	15 35	50 40	15 47
	Gl					6·0	4·4			51 1	45	35	40
6	Bs	60·7	60·5	1·5	5·2	0·9	3·7	0·3	1·2	50 27	16 38	50 29	16 29
	Gl					0·5	1·7			26	37	28	28
7	Bs	36·2	40·5	24·0	10·4	6·6	3·2	3·0	1·4	50 0	16 2	49 51	15 59
	Gl					5·5	2·6			49 52	15 54	54	16 3
8	Bs	69·9	71·1	2·8	17·6	1·6	9·2	0·6	4·0	50 15	16 54	50 10	16 57
	Gl					1·1	7·1			17	55	5	52
9	Be	36·1	34·0	16·3	56·7	2·0	6·4	1·0	3·2	50 12	13 28	49 25	13 15
	Bs					1·9	6·5			6	23	5	2
10	Be	55·3	41·6	62·1	13·3	13·0	1·8	5·7	0·9	50 36	12 55	49 16	13 10
	Bs					10·2	1·9			55	13 21	19	14
11	Be	70·8	72·7	46·0	20·0	10·0	4·3	4·9	2·3	51 28	14 56	51 4	15 7
	Bs					10·1	4·9			7	41	50 55	0
12	Be	6·4	12·6	43·0	1·8	0·9	0·1	0·5	0·0	41 24	2 50	44 49	6 34
	Bs					0·9	0·1			10	43	48	34
13	Be	69·0	89·9	38·6	11·6	9·4	3·9	4·3	1·6	51 54	14 47	51 38	14 23
	Bs					7·8	2·7			52 10	15 7	44	29
14	Be	36·5	55·6	13·9	49·3	1·7	8·6	0·8	4·4	54 27	18 16	53 40	17 33
	Bs					1·7	8·8			30	21	32	22
15	Be	63·6	67·2	32·2	55·3	7·1	12·5	3·3	5·9	50 56	14 1	51 34	14 43
	Bs					6·2	11·3			51 9	15	8	25
16	Be	39·6	68·6	32·3	51·0	4·2	10·8	2·1	5·6	49 49	13 30	50 34	14 25
	Bs					4·3	11·5			59	41	17	14
17	Be	14·6	17·6	21·6	26·9	1·1	1·6	0·5	0·8	47 28	13 28	46 48	13 4
	Bs					1·1	1·7			36	35	58	12
18	Be	47·2	22·0	36·7	19·1	5·9	1·6	2·9	0·7	51 6	14 23	49 23	9 58
	Bs					5·6	1·4			50 50	10	16	53
19	Be	55·7	74·0	12·7	27·5	2·2	6·5	1·2	3·2	50 57	14 54	51 0	14 29
	Bs					2·4	6·3			51 2	15 0	50 48	20

B.

Nr.	Beobachtungsort	Größe	Anfang		Ende		Anfang		Ende		Bahnlänge (Kilometer)	i
			r_1	dr_1 ±	r_2	dr_2 ±	H_1	dH_1 ±	H_2	dH_2 ±		
1	Bs	—	103·4	4·1	83·9	2·3	81·2	3·2	51·8	1·4	37·8	39·0°
	Gl	—	62·1	3·4	126·9	1·6	75·8	1·6	42·3	0·5	41·0	35·0
2	Bs	—	238·5	18·5	246·3	21·8	233·7	18·1	236·0	20·8	43·0	93·9
	Gl	—	302·9	18·2	324·5	21·5	232·2	13·8	236·7	15·4	70·8	93·6
3	Bs	—	202·9	7·4	116·1	2·1	49·3	1·7	23·7	0·4	89·3	73·3
	Gl	—	166·5	7·7	107·0	2·3	59·8	2·7	34·6	0·7	89·7	73·7
4	Bs	—	186·6	6·6	185·6	7·1	115·2	4·0	61·1	2·2	72·0	41·3
	Gl	—	166·5	6·8	178·6	7·1	95·3	3·8	55·1	2·1	52·8	40·4
5	Bs	—	141·8	14·0	120·3	10·0	97·4	9·6	76·3	6·4	33·3	50·7
	Gl	—	260·3	13·5	231·2	9·4	115·6	5·8	64·7	2·5	70·6	43·8
6	Bs	—	96·6	4·3	80·0	4·2	74·5	3·3	48·0	2·5	28·4	21·1
	Gl	—	169·8	3·6	170·8	3·3	73·6	1·5	44·0	0·8	32·2	23·0
7	Bs	—	205·5	12·3	182·4	9·9	161·5	9·6	114·0	6·1	50·5	19·9
	Gl	—	251·7	12·1	228·3	9·6	147·0	6·9	122·1	5·0	27·4	24·8
8	Bs	—	102·9	3·4	108·8	3·3	70·1	2·3	67·2	2·0	11·9	75·4
	Gl	—	148·3	2·9	141·9	2·9	72·1	1·4	54·0	1·1	28·9	51·3
9	Be	3	466·8	25·5	505·4	28·7	398·3	21·5	381·1	21·1	94·5	79·5
	Bs	3	482·6	25·4	500·0	28·7	390·9	20·2	345·1	19·2	130·3	69·4
10	Be	1	269·1	10·6	418·9	19·1	183·5	7·1	234·3	10·2	163·5	108·1
	Bs	♃*	345·5	9·9	411·6	19·1	223·7	6·2	244·6	11·0	184·9	96·5
11	Be	2	249·1	6·3	263·7	5·7	203·4	5·1	186·8	3·9	51·2	71·1
	Bs	2	256·5	6·2	231·0	6·1	193·5	4·6	179·8	4·7	36·0	67·6
12	Be	klein	2601·5	827·0	1293·3	207·9	1984·2	566·2	779·5	111·9	1355·2	27·3
	Bs	4	2649·0	826·0	1344·0	207·8	1960·6	539·6	777·7	105·7	1348·4	28·7
13	Be	—	233·7	6·8	168·4	4·2	207·1	6·0	133·0	3·3	84·8	29·1
	Bs	—	280·5	6·3	241·7	2·9	203·4	4·5	135·7	1·6	94·6	44·3
14	Be	klein	470·2	24·9	326·3	10·6	236·4	11·8	79·6	2·3	186·7	32·9
	Bs	3	470·5	24·9	317·3	10·7	225·4	11·2	124·6	4·0	163·9	52·0
15	Be	3	260·4	8·0	249·8	7·1	203·4	6·2	215·9	6·1	88·2	98·2
	Bs	3	295·0	7·6	276·8	6·8	217·3	5·5	203·7	4·9	18·2	41·7
16	Be	1	434·4	21·0	268·4	6·5	326·6	15·5	167·8	4·0	194·0	35·1
	Bs	1*	433·6	21·0	250·3	6·7	342·7	16·4	132·7	3·5	216·6	14·2
17	Be	1	1168·2	156·4	976·6	107·5	1011·3	131·9	728·9	76·6	296·4	17·7
	Bs	—	1129·3	156·5	927·9	107·6	1019·9	138·8	744·5	83·6	288·4	17·3
18	Be	2	358·9	14·7	698·4	66·9	323·5	13·2	554·9	51·8	455·6	120·5
	Bs	2*	374·9	14·6	784·6	66·6	312·8	12·0	543·9	44·2	441·1	121·6
19	Be	—	324·9	10·3	239·8	5·7	264·3	8·3	171·1	4·0	98·5	18·8
	Bs	1*	305·1	10·5	248·7	5·6	267·7	9·2	157·0	3·5	123·7	26·5

Nr.	Beobachtungsort	Parallaxe		E in Kilometern		e		f		Anfang		Ende	
		Anfang	Ende	Anfang	Ende	Anfang	Ende	Anfang	Ende	φ_1	λ_1	φ_2	λ_2
20	Be	66·7°	67·2°	29·4	36·8	7·2°	8·6°	3·2°	4·0°	53° 4°	15° 45'	53° 12'	16° 11'
	Bs					5·7	7·4			13	55	19	22
21	Be	34·6	39·0	71·0	34·0	7·9	4·2	4·1	2·2	53 13	18 3	53 41	18 44
	Bs					8·7	4·8			33	36	30	34
22	Be	44·9	34·3	3·2	31·7	0·5	3·7	0·2	1·8	53 32	16 1	54 18	17 31
	Bs					0·5	3·6			33	3	27	43
23	Be	74·6	72·8	44·9	2·1	13·8	0·7	5·5	0·3	52 46	14 59	52 56	15 8
	Bs					9·0	0·4			27	46	57	8
24	Be	52·1	72·3	97·6	73·1	17·1	17·2	8·3	8·3	53 29	16 28	52 56	16 9
	Bs					15·9	15·9			49	17 9	53 8	37
25	Be	56·4	59·6	50·5	59·5	8·4	10·1	6·1	7·1	50 25	16 54	50 5	16 24
	Bs					21·8	24·4			9	42	49 57	21
26	Be	25·5	20·3	13·0	80·8	1·5	7·1	1·0	4·2	49 45	18 30	47 57	18 17
	Bs					3·1	10·3			40	25	42	2
27	Be	35·9	57·1	12·4	28·9	1·5	4·7	1·0	3·0	49 10	16 47	49 40	15 38
	Be					2·6	8·3			15	51	48	46
28	Be	81·6	61·3	15·1	51·2	5·4	12·7	2·0	5·3	51 15	13 29	50 39	12 44
	Bs					3·2	9·0			10	25	25	37
29	Be	78·3	89·1	81·2	14·9	16·2	3·7	10·3	2·0	50 18	15 23	50 27	14 40
	Bs					28·4	4·7			44	16 4	29	43
30	Be	38·8	51·0	21·7	24·0	2·8	3·9	1·8	2·9	51 44	19 6	51 4	17 51
	Bs					4·7	12·0			51	15	12	18 0
31	Be	17·8	11·6	46·1	105·6	2·8	4·4	1·4	2·3	55 24	23 37	55 14	28 50
	Bs					3·0	4·7			11	22	54 39	8
32	Be	47·2	39·6	0·4	10·5	0·1	1·4	0·0	0·9	49 51	16 45	49 0	16 21
	Bs					0·1	2·5			51	45	48 58	20
33	Be	50·3	62·4	28·1	21·2	4·3	4·1	2·4	2·1	49 28	14 36	49 55	13 59
	Bs					5·4	4·5			20	31	50	56
34	Be	90·5	73·7	24·2	14·4	9·6	3·8	3·5	1·7	51 13	13 33	50 32	13 26
	Bs					5·4	3·0			19	41	35	29
35	Be	77·4	104·4	16·4	23·5	3·9	6·7	2·0	3·6	52 38	16 27	52 6	16 0
	Bs					4·1	7·8			33	23	51 57	15 53
36	Be	53·0	59·3	169·4	184·0	26·5	31·1	14·6	17·3	51 24	16 1	50 58	15 21
	Bs					32·7	38·9			50 7	15 39	49 49	20
37	Be	115·7	113·6	23·6	2·2	9·2	1·1	3·9	0·4	51 32	14 33	51 30	14 6
	Bs					6·7	0·6			41	46	30	7
38	Be	23·8	28·5	42·3	69·4	3·4	6·4	1·8	3·5	48 52	16 15	48 43	15 9
	Bs					3·9	7·5			49 8	33	19	14 54
39	W	16·3	15·8	3·6	37·1	0·4	3·5	0·2	1·7	44 28	17 26	43 20	16 16
	Kr					0·3	3·5			27	26	29	12

Nr.	Beob-achtungsort	Größe	Anfang		Ende		Anfang		Ende		Bahnlänge (Kilometer)	i
			r_1	dr_1 ±	r_2	dr_2 ±	H_1	dH_1 ±	H_2	dH_2 ±		
20	Be	2	232·5	7·3	243·0	7·2	146·3	4·5	117·7	3·4	43·3	48·7°
	Bs	—	294·1	6·6	284·3	6·7	124·6	2·7	86·2	1·9	51·3	41·5
21	Be	1	511·5	27·2	461·5	21·3	384·6	20·0	240·8	10·5	161·0	26·6
	Bs	—	465·5	27·5	408·4	21·6	340·5	19·6	266·1	13·7	74·7	5·2
22	Be	1	353·8	16·3	488·7	28·2	272·4	12·4	331·8	18·6	147·6	113·7
	Bs	—	407·4	15·9	507·2	28·1	270·4	10·3	309·2	16·4	158·9	104·1
23	Be	—	181·6	6·0	186·1	6·3	137·2	4·5	126·3	4·2	25·1	64·3
	Bs	♃*	283·2	4·6	290·2	5·0	160·4	2·6	124·9	2·0	71·5	60·2
24	Be	—	316·0	11·9	235·5	6·0	197·5	7·3	124·8	3·1	99·2	42·9
	Bs	3	344·0	11·7	255·5	5·7	120·9	3·8	64·4	1·3	101·4	56·1
25	Be	—	346·6	6·6	339·6	6·0	119·0	2·1	90·9	1·5	59·9	62·0
	Bs	—	121·7	8·7	125·6	8·2	81·8	5·8	34·9	2·2	58·2	36·4
26	Be	1*	494·5	27·9	671·0	52·9	172·6	8·8	281·0	19·9	233·1	117·7
	Bs	2	241·4	28·9	425·0	53·7	167·2	19·8	205·1	24·5	229·0	99·5
27	Be	—	468·8	19·4	350·7	8·1	187·8	7·2	100·1	2·1	135·0	49·5
	Bs	♀	273·4	20·5	198·6	9·5	195·6	14·5	122·6	5·8	125·6	54·5
28	Be	2*	158·4	5·2	225·2	8·6	103·3	3·4	112·8	4·2	88·5	96·2
	Bs	2	272·5	3·5	325·0	7·6	92·7	1·1	69·0	1·4	104·7	77·9
29	Be	—	280·4	3·6	233·3	3·3	89·8	1·1	51·6	0·7	66·3	54·8
	Bs	1	145·7	5·5	183·4	4·1	126·3	4·8	65·0	1·4	117·3	58·5
30	Be	1*	450·6	17·2	353·3	7·5	204·1	7·3	98·5	1·9	157·5	47·9
	Bs	1	265·3	18·2	111·5	9·5	189·1	12·8	82·7	7·0	155·5	46·8
31	Be	1	960·6	102·9	1395·0	228·8	557·8	54·6	823·3	118·8	452·1	126·0
	Bs	1	884·8	103·1	1264·2	228·6	588·5	64·6	882·3	148·1	453·7	130·4
32	Be	—	382·0	10·2	437·6	15·9	115·5	2·8	96·1	3·0	102·3	79·1
	Bs	4	168·8	11·8	241·5	17·1	115·2	8·0	86·3	5·8	107·9	74·5
33	Be	—*	375·8	12·1	296·2	8·0	172·5	5·3	113·9	2·9	90·5	49 6
	Bs	4	295·6	12·8	271·0	8·3	149·1	6·2	95·0	0·8	89·7	52·9
34	Be	—*	142·9	4·5	215·4	6·0	69·6	2·1	79·6	2·1	77·1	97·5
	Bs	1	255·3	2·5	270·2	5·3	88·5	0·8	92·4	1·7	83·5	92·7
35	Be	—*	242·6	5·0	170·8	4·0	118·0	2·4	84·5	1·6	94·2	69·2
	Bs	1	228·0	5·2	97·6	4·4	129·7	2·9	96·5	2·5	143·1	76·6
36	Be	1*	353·8	10·2	318·7	7·7	282·9	8·1	242·6	5·8	80·3	59·9
	Bs	1	254·5	11·1	217·2	8·7	215·0	9·3	128·2	5·0	106·4	35·4
37	Be	—	143·9	5·1	122·3	5·2	80·0	2·8	63·5	2·7	35·7	62·4
	Bs	3	199·7	4·5	223·5	4·0	86·9	1·9	65·0	1·1	53·6	65·9
38	Be	1*	721·6	55·1	617·8	39·0	560·8	41·6	441·1	27·0	148·8	36·4
	Bs	1*	611·7	55·5	522·6	39·5	573·2	51·6	392·7	29·0	240·2	41·3
39	W	1*	557·3	70·7	606·1	76·6	371·8	45·4	288·0	33·6	185·4	63·1
	Kr	4	598·3	70·6	615·1	76·6	369·0	41·5	319·8	37·1	161·0	72·2

Nr.	Beob-achtungsort	Parallaxe		*E* in Kilometern		*e*		*f*		Anfang		Ende	
		Anfang	Ende	Anfang	Ende	Anfang	Ende	Anfang	Ende	φ_1	λ_1	φ_2	λ_2
40	A	66·1°	51·2°	32·0	7·6	14·7°	2·4°	6·6°	1·2°	50° 13'	5° 32'	49° 25'	5° 21'
	Mo					11·8	2·5			29	23	23	22
41	A	40·5	78·5	8·9	43·9	3·2	19·8	1·3	10·1	50 34	6 22	50 9	5 8
	Mo					2·2	20·7			38	20	49 50	7
42	A	41·5	42·8	22·3	46·4	9·3	18·0	3·5	7·2	50 13	6 37	49 57	6 36
	Mo					5·7	11·9			23	33	36	39
43	A	64·8	44·5	0·9	20·8	0·3	5·6	0·2	3·5	50 56	4 36	50 32	3 33
	Mo					0·4	9·5			55	36	21	37
	A	20·1	22·8	120·2	91·7	20·5	22·7	9·5	9·4	51 4	3 57	50 33	4 21
	F					17·6	16·0			52 18	4 14	51 12	10
	Mo	62·0	50·0	35·6	111·9	7·6	27·9	3·2	9·7	51 32	5 13	50 23	3 25
	F					5·5	14·9			47	17	51 20	40
44	A	69·5	113·9	60·1	67·1	20·0	30·4	10·8	16·2	50 0	7 30	49 44	6 1
	N					23·5	34·6			1	8 5	40	46
45	Bm	41·7	45·9	2·3	0·1	0·9	0·1	0·5	0·0	52 49	10 29	52 40	10 14
	Hb					1·2	0·1			48	30	39	14
46	Bo	8·7	17·1	39·1	5·6	5·7	1·6	2·7	0·8	48 41	9 9	49 12	7 47
	A					5·3	1·4			54	4	10	46
47	A	49·2	48·9	21·4	25·6	4·7	5·5	3·1	3·4	49 23	8 41	48 56	8 12
	F					9·4	9·2			16	36	50	9
48	F	40·7	42·9	42·1	2·8	12·3	0·8	6·0	0·4	48 48	9 10	48 26	9 2
	N					11·7	0·9			34	19	25	3
49	Bo	69·1	78·9	42·3	42·3	8·5	11·4	4·9	5·3	52 43	6 32	52 2	5 57
	Bm					11·6	10·1			38	7 1	51 59	6 21
50	Bo	85·9	106·6	18·6	7·4	4·2	1·9	2·6	1·2	52 43	7 1	52 34	7 12
	Bm					7·2	3·6			41	11	33	15
51	Bo	20·5	31·7	2·6	29·5	0·8	13·7	0·4	6·5	51 7	7 20	50 48	7 3
	A					0·7	12·3			5	19	33	6 56
52	Bo	36·2	39·4	89·5	16·9	11·0	2·4	5·5	1·2	53 10	2 32	52 27	2 40
	Bm					11·2	2·2			9	3 14	28	35
53	Bo	49·5	42·7	43·9	22·3	6·9	3·2	4·7	2·1	52 43	10 42	52 47	11 17
	Bm					14·8	6·4			53	12	46	25
54	Bo	80·0	93·8	56·6	26·3	12·6	6·7	7·3	3·9	51 44	9 35	51 44	9 21
	Bm					17·4	9·2			52 0	0	49	5
55	Bo	79·0	84·2	45·1	25·6	11·4	7·4	5·7	3·4	52 11	6 4	52 0	5 59
	Bm					11·3	6·4			7	31	51 58	6 11
56	Bo	25·5	25·1	22·1	8·3	8·8	3·2	4·1	1·5	49 38	7 12	49 29	7 4
	A					7·6	2·8			46	10	32	4
57	Bo	20·8	20·5	7·6	7·4	2·3	2·1	1·1	1·0	52 5	7 11	52 11	6 53
	A					2·1	2·1			2	10	13	53

Nr.	Beobachtungsort	Größe	Anfang		Ende		Anfang		Ende		Bahnlänge (Kilometer)	i
			r_1	dr_1 ±	r_2	dr_2 ±	H_1	dH_1 ±	H_2	dH_2 ±		
40	A	2*	121·0	3·9	179·2	6·5	107·2	3·4	109·8	3·9	92·5	91·6°
	Mo	2·3*	153·6	3·5	176·3	6·5	113·1	2·6	104·1	3·8	125·7	85·9
41	A	1*	157·2	9·5	121·1	2·5	155·9	9·4	88·2	1·8	120·8	55·9
	Mo	1*	234·2	9·0	115·2	2·6	156·2	5·9	65·7	1·4	155·6	54·4
42	A	2	135·1	8·6	139·1	8·4	122·2	7·8	112·7	6·8	32·0	72·7
	Mo	2·3	226·6	8·0	224·5	7·8	131·2	4·6	88·2	2·9	99·4	64·4
43	A	1*	151·4	3·8	215·6	6·9	102·8	2·6	119·6	3·8	88·6	100·9
	Mo	1*	134·1	4·0	124·3	7·6	103·1	3·1	121·5	7·4	97·4	100·9
	A	1*	219·1	34·8	146·2	23·8	149·4	23·4	80·5	12·9	94·7	43·3
	F	1*	480·0	34·0	393·5	23·0	242·9	16·2	174·2	9·6	142·5	61·2
	Mo	1*	265·8	9·8	197·4	12·9	205·5	7·5	193·0	12·6	185·1	86·1
	F	1*	368·6	8·7	437·3	10·9	184·3	4·1	194·8	4·6	125·2	94·8
44	A	1*	165·1	3·6	101·4	2·4	112·2	2·4	32·4	0·7	136·2	54·7
	N	1*	137·1	4·0	84·5	2·6	71·4	2·0	54·1	1·6	104·6	80·5
45	Bm	2*	141·2	5·7	125·8	4·9	83·7	3·3	76·9	2·9	26·8	75·3
	Hb	1*	109·6	5·9	112·5	5·0	82·3	4·4	77·1	3·4	26·1	78·5
46	Bo	2	386·4	93·5	200·3	25·2	285·0	67·7	121·9	15·1	202·2	36·2
	A	2*	431·2	93·5	233·4	25·1	316·9	67·2	117·8	12·4	223·9	27·2
47	A	2*	260·4	6·9	266·2	7·7	118·9	3·0	113·7	3·2	62·5	85·2
	F	3	128·2	7·9	157·6	8·6	103·9	6·4	90·2	4·8	60·8	77·0
48	F	3	192·1	9·3	194·4	8·4	139·5	6·7	95·1	4·0	61·3	43·6
	N	3	203·6	9·3	184·6	8·5	110·0	4·9	92·7	4·2	30·9	55·9
49	Bo	1*	284·1	5·7	210·0	4·9	139·2	2·7	100·1	2·3	96·2	66·0
	Bm	1	205·8	6·7	236·8	4·5	162·6	5·2	130·7	2·5	93·4	70·0
50	Bo	3	256·6	5·8	228·3	3·4	80·7	1·7	34·8	0·5	50·8	25·3
	Bm	1*	146·3	6·3	119·5	4·8	93·9	4·0	41·5	1·6	54·4	15·6
51	Bo	2*	188·3	19·1	120·0	7·9	176·7	17·9	116·8	7·7	72·6	34·4
	A	2*	206·3	19·4	137·0	7·9	177·8	16·6	122·8	7·0	87·2	50·9
52	Bo	2	463·8	24·4	399·4	20·7	168·0	8·1	134·5	6·4	88·4	67·7
	Bm	2	452·3	24·5	442·4	20·4	243·9	12·6	118·7	4·8	154·2	35·7
53	Bo	4	366·4	9·2	398·8	12·6	111·1	2·6	107·6	3·0	40·7	85·1
	Bm	1*	163·3	10·9	196·9	14·0	133·2	8·8	87·7	6·1	94·9	61·3
54	Bo	4	252·1	4·1	224·9	3·1	123·5	2·0	90·7	1·2	36·7	26·6
	Bm	2	179·4	5·1	161·2	4·1	147·4	4·2	106·1	2·7	45·8	25·7
55	Bo	3*	222·3	4·8	196·0	4·4	103·4	2·1	75·3	1·6	34·8	36·1
	Bm	2	224·7	4·7	228·7	3·8	134·8	2·8	96·4	1·6	47·8	36·5
56	Bo	2	142·1	12·0	150·7	12·6	98·1	8·2	92·3	7·7	20·3	73·4
	A	2*	167·1	11·9	170·4	12·6	114·6	8·1	99·1	7·2	31·8	60·9
57	Bo	3*	193·0	18·9	201·2	19·5	89·2	8·5	81·0	7·6	25·2	71·0
	A	2*	203·6	18·9	203·8	19·5	96·0	8·7	74·6	6·9	34·9	52·2

Nr.	Beobachtungsort	Parallaxe		*E* in Kilometern		*e*		*f*		Anfang		Ende	
		Anfang	Ende	Anfang	Ende	Anfang	Ende	Anfang	Ende	φ_1	λ_1	φ_2	λ_2
58	Bo	22·4°	23·6°	3·1	0·6	0·9°	0·2°	0·5°	0·1°	51° 32'	6° 6'	51° 19'	5° 46°
	A					1·0	0·2			31	5	19	46
59	Bo	10·1	9·5	3·4	23·4	1·3	7·7	0·5	3·4	50 34	8 55	50 15	8 54
	A					0·9	6·1			32	55	49 59	9 3
60	Bo	16·8	18·0	8·3	16·8	2·0	4·3	1·0	2·1	48 45	7 6	48 37	6 40
	A					1·9	4·1			42	5	40	38
61	Bo	21·0	12·4	1·6	3·1	0·5	0·8	0·3	0·4	51 0	5 14	50 54	4 20
	A					0·7	1·0			1	14	55	21
62	Bo	23·7	32·8	2·7	7·8	0·8	3·4	0·4	2·0	50 11	6 0	50 9	5 44
	A					0·9	4·9			9	5 59	6	43
63	Bo	49·0	38·2	39·6	13·6	25·8	6·8	12·7	3·5	50 11	6 42	49 54	6 20
	A					24·9	7·4			30	33	59	20
64	M	61·3	58·5	3·9	2·4	2·3	1·2	0·9	0·5	51 23	6 32	51 10	6 21
	S					1·6	1·0			23	34	11	20
65	M	26·1	19·4	7·6	37·6	1·6	7·3	0·9	4·2	50 19	9 16	49 42	8 55
	S					2·1	10·1			19	21	46	9 20
66	M	15·8	9·4	1·2	18·7	0·2	2·2	0·1	1·2	49 4	7 4	47 44	6 16
	S					0·3	2·7			4	3	44	10
67	M	84·3	98·5	45·8	17·0	25·1	11·0	13·4	5·9	51 12	7 52	51 10	7 44
	S					29·1	12·5			10	8 26	10	58
68	M	65·3	69·2	45·2	30·8	29·9	24·6	11·6	8·6	51 36	7 10	51 35	7 17
	S					19·0	13·3			35	44	38	31
69	M	59·7	53·6	40·6	19·3	16·8	7·1	9·3	4·3	51 5	8 9	50 49	8 3
	S					20·6	10·5			5	39	50	18
70	M	33·5	23·3	12·2	8·7	3·1	1·7	1·7	1·0	50 53	10 0	50 15	10 26
	S					3·8	2·3			53	6	15	30
71	M	71·2	93·0	29·4	4·3	15·9	3·1	7·7	1·4	51 24	8 25	51 19	7 49
	S					15·1	2·7			18	4	20	52
72	M	67·6	58·9	14·1	15·1	13·8	13·2	4·2	4·1	51 41	7 9	51 45	7 3
	S					6·0	5·9			42	18	43	6 53
73	M	22·9	27·6	3·1	45·6	29·8	32·0	1·4	15·6	51 47	7 37	—	—
	S					1·4	30·4			51	39	52 22	8 4
74	M	111·9	127·7	35·4	42·2	22·5	30·7	12·6	15·1	51 8	7 27	51 19	7 28
	S					28·4	29·6			5	54	9	54
75	M	12·4	20·8	6·8	7·2	3·7	6·3	1·6	2·7	52 14	7 0	51 54	6 57
	H					3·0	4·8			15	5	55	7 1
76	M	13·0	14·1	12·9	3·7	5·1	1·7	2·5	0·8	52 22	9 12	52 25	8 57
	H					4·8	1·5			20	8	25	58
77	P	20·6	21·5	4·8	20·0	1·6	6·6	0·8	3·4	51 15	14 12	51 15	14 50
	Kö					1·5	7·0			17	11	20	52

Nr.	Beob-achtungsort	Größe	Anfang		Ende		Anfang		Ende		Bahnlänge (Kilometer)	i
			r_1	dr_1 ±	r_2	dr_2 ±	H_1	dH_1 ±	H_2	dH_2 ±		
58	Bo	2	189·3	15·9	177·6	13·6	136·1	11·3	123·6	9·4	35·5	69·4°
	A	2	172·5	16·0	149·7	13·7	138·1	12·7	124·1	11·3	34·7	66·2
59	Bo	1*	153·1	10·3	152·7	5·2	82·6	8·6	75·2	4·3	35·5	78·0
	A	1*	218·1	10·2	237·7	5·2	83·6	7·1	82·7	4·2	61·6	89·2
60	Bo	1*	233·5	28·6	226·1	25·2	117·4	14·0	61·7	6·5	66·0	32·4
	A	1*	249·4	28·5	232·7	25·2	110·4	12·2	77·8	8·0	46·9	46·0
61	Bo	2*	176·0	14·3	231·7	32·6	104·5	8·4	117·8	16·1	65·9	101·6
	A	2*	128·9	14·5	173·6	32·7	104·0	11·6	117·0	21·8	65·5	101·4
62	Bo	1*	180·0	14·3	129·3	6·4	155·9	12·3	72·3	3·5	85·6	12·4
	A	1*	162·9	14·3	90·5	6·6	155·2	13·6	67·6	4·9	90·1	13·5
63	Bo	1*	82·0	3·2	114·0	5·5	65·2	2·6	69·9	3·3	40·9	96·6
	A	1*	86·2	3·2	105·3	5·6	78·7	2·9	79·0	4·2	59·0	90·3
64	M	3	98·5	3·7	118·1	4·0	44·1	1·6	37·7	1·3	27·2	76·4
	S	4	137·8	3·3	136·0	3·9	47·5	1·1	35·4	1·0	30·8	66·9
65	M	1*	271·4	17·8	304·5	25·8	181·9	11·7	170·3	14·0	75·6	81·2
	S	2*	205·6	18·1	202·5	26·1	177·9	15·6	145·7	18·6	72·7	63·7
66	M	2	354·9	38·7	495·6	93·5	172·6	18·0	163·1	27·5	164·1	86·7
	S	2*	261·9	38·9	390·0	93·6	172·0	25·1	145·7	32·5	169·1	81·1
67	M	1*	96·1	1·6	87·1	1·6	68·7	1·1	52·6	1·0	18·7	30·8
	S	—	80·2	1·8	75·7	1·7	53·8	1·2	52·3	1·2	32·3	87·3
68	M	2	76·2	3·2	65·6	2·9	65·8	2·7	56·5	2·5	12·5	41·8
	S	—	133·5	2·5	131·1	2·1	83·8	1·6	69·1	1·1	21·1	45·8
69	M	2	135·3	3·6	154·6	4·2	104·1	2·7	104·8	2·8	32·3	91·2
	S	1	107·5	3·8	103·9	4·7	87·8	3·1	100·9	4·6	40·1	109·1
70	M	1*	226·2	11·7	289·3	21·2	115·8	5·8	119·9	8·4	79·3	93·0
	S	1	181·8	11·9	215·0	21·4	105·9	6·8	112·6	11·0	78·5	94·9
71	M	1*	102·7	2·6	79·1	1·7	75·0	1·9	58·4	1·2	46·2	69·0
	S	1*	109·1	2·5	92·9	1·5	85·3	2·0	58·2	0·9	30·5	27·3
72	M	1*	56·7	3·0	63·4	3·6	44·4	2·3	49·2	2·9	10·5	117·2
	S	—	135·2	2·0	145·6	2·8	52·9	0·8	40·0	0·7	31·4	65·7
73	M	1	1·3	5·9	negativ	—	0·5	2·3	negativ	—	—	—
	S	—	130·7	5·5	191·7	—	1·0	0·0	38·9	—	76·2	119·8
74	M	2	79·6	1·7	55·2	2·1	31·0	0·6	16·5	0·6	25·4	55·2
	S	—	59·8	1·9	60·5	2·0	39·5	1·3	29·6	1·0	12·9	39·7
75	M	1*	104·9	18·9	65·1	7·3	81·6	14·6	43·3	4·8	53·8	44·6
	H	1*	129·5	18·9	87·1	7·2	83·8	12·2	48·7	4·0	52·5	48·1
76	M	3	143·6	22·8	123·3	18·3	68·2	10·6	45·3	6·6	29·4	38·8
	H	3	152·9	22·8	136·6	18·3	79·1	11·7	41·9	5·4	40·9	24·6
77	P	3	175·6	17·2	175·1	15·6	88·5	8·5	85·7	7·5	45·3	86·4
	Kö	3	181·4	17·1	163·4	15·6	84·4	7·8	67·7	6·3	50·0	70·5

Nr.	Beobachtungsort	Parallaxe		*E* in Kilometern		*c*		*f*		Anfang		Ende	
		Anfang	Ende	Anfang	Ende	Anfang	Ende	Anfang	Ende	φ_1	λ_1	φ_2	λ_2
78	P	28·0°	36·4°	55·5	8·3	23·9°	5·0°	11·8°	2·4°	50° 28'	14° 18'	50° 26'	14° 27'
	Kö					23·3	4·5			6	51	30	27
79	M	57·4	70·3	4·9	3·1	2·1	1·4	1·0	0·7	51 13	8 26	50 57	8 9
	Bo					1·8	1·5			13	23	56	11
80	M	66·7	88·3	4·6	13·7	1·9	7·1	1·0	3·8	50 59	7 47	50 58	7 55
	Bo					2·1	8·3			51 0	44	59	46
81	M	40·7	42·7	8·4	9·5	2·2	2·6	1·2	1·5	50 35	8 53	50 16	8 29
	Bo					2·5	3·6			34	58	15	34
82	M	51·0	75·9	15·0	1·2	4·8	0·5	2·7	0·3	50 56	6 31	50 54	6 44
	Bo					6·0	0·8			55	42	55	46
83	M	18·5	24·5	29·9	4·2	18·4	3·0	9·2	1·6	51 12	7 31	51 15	7 27
	H					18·5	3·7			3	29	14	25
84	M	38·8	47·5	7·9	3·5	5·0	2·7	2·6	1·4	51 7	7 42	51 10	7 45
	Do					5·5	3·0			9	39	11	41
85	M	55·8	66·3	43·2	19·1	19·0	9·7	8·3	4·3	51 34	7 32	51 29	7 7
	Bo					14·6	7·6			24	8 5	25	22
86	M	60·8	66·6	14·8	0·1	7·5	0·1	3·1	0·0	51 37	7 1	51 39	6 58
	Bo					5·4	0·1			35	12	39	58
87	M	41·1	73·6	6·5	8·4	2·8	5·8	1·1	2·1	51 45	9 7	51 27	8 13
	Bo					1·7	3·4			45	4	28	7
88	M	36·0	57·1	33·3	11·5	9·3	4·1	4·3	2·2	51 50	6 47	51 6	6 23
	Bo					7·9	4·8			43	7 13	5	31
	M	57·5	82·2	43·5	17·0	17·7	7·0	7·3	3·7	51 49	7 4	51 12	6 32
	A					12·4	8·0			32	28	6	43
	Bo	27·9	39·6	15·0	9·2	6·2	4·9	3·1	2·5	51 13	7 10	50 58	6 38
	A					5·6	4·9			20	9	51 2	38
89	M	10·2	16·2	0·3	1·7	0·1	0·8	0·0	0·5	52 1	5 10	52 19	6 28
	R					0·1	1·1			2	10	19	27
	M	44·5	39·5	8·1	6·4	3·0	3·1	1·3	1·1	51 59	5 45	52 20	6 26
	Bo					2·3	1·7			58	48	20	23
	M	62·0	56·6	8·2	6·7	3·0	3·2	1·4	1·2	51 58	5 45	52 20	6 25
	A					2·7	1·9			57	49	21	23
	R	54·0	54·9	10·8	4·9	4·1	3·1	1·7	0·9	52 3	5 39	52 19	6 26
	Bo					2·9	1·3			2	44	19	24
	R	70·2	70·5	12·9	5·8	5·1	3·6	2·2	1·1	52 2	5 42	52 19	6 25
	A					4·0	1·7			0	48	20	23
	Bo	20·6	19·6	0·3	0·1	0·1	0·0	0·0	0·0	51 57	5 48	52 21	6 23
	A					0·1	0·0			57	48	21	23
90	M	10·9	16·5	7·1	4·7	0·8	0·7	0·4	0·4	49 23	10 47	49 16	9 3
	G					0·7	0·7			26	47	17	3

Nr.	Beobachtungsort	Größe	Anfang		Ende		Anfang		Ende		Bahnlänge (Kilometer)	i
			r_1	dr_1 ±	r_2	dr_2 ±	H_1	dH_1 ±	H_2	dH_2 ±		
78	P	2	122·7	8·9	95·8	5·4	105·5	7·6	75·2	4·2	32·3	20·5°
	Kö	3	131·8	8·9	106·8	5·4	127·4	8·6	70·0	3·5	78·0	42·6
79	M	2*	134·6	4·8	129·2	3·0	103·8	3·7	80·5	1·9	43·3	57·5
	Bo	2*	159·1	4·6	118·3	3·1	106·3	3·0	78·5	2·1	44·7	51·5
80	M	2	136·1	3·4	109·7	1·7	101·5	2·5	57·7	0·9	44·9	12·5
	Bo	2	122·9	3·5	93·7	2·0	102·8	2·9	64·4	1·3	38·3	0·0
81	M	1*	214·8	9·5	210·4	7·8	141·4	6·1	108·4	3·9	56·6	54·3
	Bo	1*	190·4	9·6	149·7	8·2	135·7	6·8	101·3	5·5	57·3	53·1
82	M	2*	179·3	5·8	136·6	2·1	130·6	4·2	72·1	1·1	61·0	16·3
	Bo	2*	143·4	6·1	86·1	2·8	134·7	5·7	72·4	2·4	62·4	3·5
83	M	1*	106·0	9·4	80·6	5·8	83·7	7·4	52·6	3·8	31·6	10·5
	H	F*	70·1	9·5	64·5	5·9	43·9	5·9	50·0	4·5	21·6	106·4
84	M	1*	89·4	4·2	73·9	2·8	47·8	2·2	28·0	1·0	21·0	19·1
	Do	1*	81·8	4·3	67·7	2·8	53·6	2·8	31·0	1·3	23·0	11·3
85	M	1*	124·1	5·0	111·4	3·6	121·3	4·9	99·9	3·2	37·3	55·0
	Bo	1*	167·1	4·6	143·9	3·2	118·4	3·2	103·4	2·3	52·3	73·3
86	M	2*	112·7	4·3	97·3	3·6	102·6	3·9	84·3	3·1	18·4	13·4
	Bo	2	158·1	3·8	150·1	3·0	107·0	2·5	84·1	1·6	29·4	38·9
87	M	1*	135·8	8·4	82·4	3·7	87·9	5·4	61·5	2·7	75·9	69·6
	Bo	1*	213·8	7·9	142·0	2·6	92·7	3·3	66·4	1·2	77·7	70·2
88	M	1*	203·2	12·1	159·6	4·6	194·5	11·6	109·6	3·1	121·1	45·5
	Bo	♃*	242·6	11·9	135·8	4·9	203·3	9·9	114·6	4·1	124·7	44·7
	M	1*	135·0	5·6	138·6	2·4	129·2	5·4	95·0	1·6	85·9	66·5
	A	1*	199·2	5·0	120·1	2·7	137·5	3·4	96·3	2·2	83·8	60·6
	Bo	♃*	136·9	10·3	106·4	5·2	114·4	8·6	89·7	4·3	52·8	62·1
	A	1*	154·6	10·2	106·7	5·2	106·5	7·0	85·5	4·1	53·2	66·8
89	M	♀*	203·3	38·6	113·9	12·5	108·2	20·1	56·2	6·1	108·7	61·4
	R	1*	190·1	38·6	89·8	12·5	108·2	21·6	54·8	7·6	108·3	60·5
	M	♀*	155·3	7·8	116·9	8·3	82·3	4·1	57·8	4·0	66·9	68·5
	Bo	2*	202·9	8·5	212·3	7·7	88·9	3·6	52·2	1·8	68·9	57·8
	M	♀*	154·4	4·9	118·9	5·6	81·7	2·6	58·7	2·8	65·6	69·5
	A	1*	176·0	4·7	204·9	4·8	88·2	2·3	53·0	1·2	70·3	59·9
	R	1*	149·7	6·5	90·8	5·6	84·9	3·6	55·4	3·4	69·3	64·8
	Bo	2*	213·5	5·9	210·0	4·5	93·7	2·5	51·6	1·0	69·7	52·8
	R	1*	145·6	4·3	92·7	4·3	82·6	2·4	56·6	2·6	64·2	66·1
	A	1*	184·2	3·9	202·3	3·0	91·4	1·9	52·3	0·7	67·6	54·7
	Bo	2*	202·6	18·2	214·9	21·2	88·7	7·7	52·9	4·9	69·7	59·1
	A	1*	177·9	18·3	205·3	21·2	89·2	9·0	53·1	5·2	70·1	59·0
90	M	2*	507·8	96·8	362·8	45·0	360·5	66·8	200·2	24·0	207·7	39·5
	G	1*	550·3	96·8	383·7	45·0	365·2	61·9	204·1	22·9	208·2	39·3

Nr.	Beobachtungsort	Parallaxe		E in Kilometern		e		f		Anfang		Ende	
		Anfang	Ende	Anfang	Ende	Anfang	Ende	Anfang	Ende	φ_1	λ_1	φ_2	λ_2
91	M	18·0°	45·8°	18·7	20·3	3·1°	7·7°	1·6°	4·3°	52° 50'	4° 55'	52° 22'	5° 57'
	G					3·3	9·5			56	50	15	6 0
	R	21·0	51·3	15·8	39·2	2·9	16·7	1·5	8·5	52 56	4 49	52 35	5 27
	G					3·0	17·3			52	55	16	59
	M	3·0	6·4	30·3	15·9	2·8	3·4	1·4	1·8	53 34	2 52	52 48	4 39
	R					2·9	3·7			2	38	48	34
92	M	21·7	20·2	5·6	4·9	3·6	2·3	1·5	1·0	51 35	8 43	51 13	9 5
	Do					2·5	1·8			36	42	14	4
93	M	71·3	53·4	1·4	15·2	0·9	6·3	0·3	2·5	51 22	7 58	51 8	8 41
	A					0·5	4·1			22	59	4	47
94	M	21·8	23 0	7·2	3·7	3·6	1·8	1·3	0·6	51 47	8 51	51 37	8 54
	G					2·0	1·0			50	50	35	55
95	M	31·7	30·0	9·0	6·6	2·0	1·4	1·2	0·8	50 12	9 38	49 51	9 25
	K					3·1	2·1			16	41	54	27
96	M	23·5	18·6	5·6	4·1	3·2	1·3	1·1	0·5	52 2	8 34	51 29	9 28
	G					1·7	0·9			5	33	30	27
	M	15·0	30·9	12·4	9·2	1·9	3·1	0·8	1·3	52 40	11 9	51 24	9 51
	A					1·4	2·1			36	16	27	46
	G	14·0	17·3	77·4	18·6	12·5	3·4	6·1	1·7	52 28	10 13	51 29	10 5
	A					11·8	3·2			11	6	29	9 58
97	M	27·4	38·6	3·1	1·1	1·1	0·4	0·5	0·2	50 59	8 46	50 46	8 0
	G					0·8	0·4			51 0	46	46	0
	M	54·4	71·3	19·2	27·6	7·9	11·6	3·1	5·4	51 7	8 35	50 50	7 59
	A					5·2	10·0			2	43	43	8 8
	G	28·7	33·8	27·3	27·6	7·9	8·9	3·9	4·7	51 4	8 26	50 46	8 2
	A					7·7	9·8			2	37	43	11
98	M	17·4	23·3	0·1	2·5	0·0	0·7	0·0	0·3	51 10	9 48	50 46	9 12
	G					0·0	0·6			10	48	47	12
99	A	31·1	39·5	1·9	1·6	0·5	0·6	0·2	0·3	51 43	4 17	51 15	4 33
	Do					0·5	0·5			43	17	14	34
100	A	37·2	55·3	2·2	23·1	0·7	9·3	0·4	5·6	51 15	7 59	51 4	7 42
	Do					0·9	14·2			15	58	11	29
101	M	105·2	120·2	7·1	12·9	2·1	5·7	0·8	1·5	51 42	9 33	51 21	8 51
	Dr					1·2	2·1			46	35	27	54
102	A	15·7	24·4	15·4	11·5	2·9	2·9	1·6	1·7	52 39	4 47	52 2	4 28
	G					3·7	3·9			39	37	3	22
103	Dr	95·2	98·0	41·5	50·4	10·5	14·5	5·9	7·2	50 43	11 59	50 25	11 27
	K					13·4	14·4			51 3	12 8	49	39
104	M	29·4	46·4	6·5	8·4	1·6	2·8	0·7	1·2	51 19	10 1	50 53	9 6
	A					1·1	2·0			21	9 58	51	9

Nr.	Beobachtungsort	Größe	Anfang		Ende		Anfang		Ende		Bahnlänge (Kilometer)	i
			r_1	dr_1 ±	r_2	dr_2 ±	H_1	dH_1 ±	H_2	dH_2 ±		
91	M	♀*	350·2	33·9	150·1	5·5	270·8	25·9	71·6	2·6	218·2	24·1°
	G	F	321·5	34·3	121·2	5·7	262·2	27·6	85·8	4·0	208·6	32·3
	R	1*	313·8	29·0	165·6	5·1	238·3	21·7	77·5	2·4	171·4	20·2
	G	F	303·6	29·0	126·0	5·5	247·4	23·4	89·3	3·8	186·7	32·2
	M	♀*	624·8	405·6	267·9	79·5	488·0	309·0	129·6	37·2	389·2	22·9
	R	1*	592·3	405·6	239·3	79·5	455·1	303·8	113·1	36·4	380·4	26·0
92	M	1*	89·2	10·1	121·5	13·5	41·5	4·6	27·5	2·9	48·8	73·3
	Do	2*	130·1	9·9	153·1	13·4	46·3	3·4	32·2	2·7	50·5	73·8
93	M	♀*	92·7	3·8	136·4	6·4	76·9	3·1	88·4	4·1	58·6	101·3
	A	1*	176·7	2·7	212·9	5·7	76·2	1·2	76·9	2·0	65·8	90·6
94	M	3	114·9	14·8	119·3	14·2	78·0	10·0	78·9	9·3	18·4	92·8
	G	2	207·7	14·5	208·5	13·9	80·6	5·4	77·1	4·9	28·6	83·0
95	M	3*	262·1	13·0	275·4	14·7	131·1	6·3	113·8	5·8	46·1	68·0
	K	2*	167·3	13·4	183·0	15·2	135·2	10·8	118·4	9·7	47·4	69·2
96	M	1*	99·5	12·4	175·9	23·3	70·7	8·8	115·7	15·1	100·3	116·7
	G	1*	193·2	12·1	260·1	23·1	70·3	4·3	117·7	10·1	103·1	117·4
	M	1*	380·6	59·2	214·8	17·0	274·6	41·8	141·6	11·1	217·3	52·3
	A	1*	508·6	58·9	315·7	16·5	270·2	29·6	150·1	7·5	208·6	54·9
	G	1*	326·1	51·2	311·0	36·9	121·5	18·0	141·7	16·1	112·3	100·4
	A	1*	393·6	51·1	332·4	36·8	206·7	25·7	158·3	16·8	94·3	59·1
97	M	1*	166·7	14·2	142·5	8·0	115·7	9·7	81·3	4·5	68·8	60·0
	G	1*	225·5	13·9	174·3	7·8	117·7	7·1	80·3	3·5	70·7	58·1
	M	1*	138·3	6·2	134·7	3·7	95·7	4·3	76·8	2·1	57·1	70·7
	A	1*	209·5	5·0	155·8	3·4	82·1	2·1	55·0	1·2	61·8	64·0
	G	1*	197·2	13·6	176·5	9·6	102·6	6·9	81·3	4·3	50·3	64·9
	A	1*	202·2	13·6	159·7	9·7	79·1	5·1	56·4	3·3	52·3	64·3
98	M	1*	206·3	28·3	189·9	18·8	122·4	16·5	103·8	10·1	65·0	73·4
	G	1*	286·8	28·1	253·2	18·6	122·4	11·5	105·7	7·5	63·9	74·8
99	A	2	213·1	13·6	147·1	8·1	117·0	7·3	68·5	3·7	74·0	49·0
	Do	1	221·0	13·6	183·0	7·9	115·4	6·9	69·6	2·9	72·0	50·5
100	A	1*	191·5	8·4	141·1	3·6	114·1	4·9	62·9	1·6	58·6	29·1
	Do	2*	137·2	8·7	90·6	4·1	115·2	7·3	75·5	3·4	52·6	41·0
101	M	1*	197·0	7·1	128·3	8·5	144·2	5·1	83·2	5·5	87·6	45·9
	Dr	1*	339·8	5·2	355·6	6·2	143·3	2·1	87·2	1·4	81·0	46·2
102	A	1	306·5	34·5	223·9	15·7	179·3	19·6	105·7	7·2	103·9	44·9
	G	1	238·9	34·6	167·5	15·9	169·3	24·2	96·2	9·0	102·5	44·5
103	Dr	1*	221·9	3·4	192·4	3·9	126·9	1·9	108·0	2·1	54·0	69·5
	K	2*	172·7	4·2	193·7	3·9	129·2	3·1	125·2	2·5	43·6	84·7
104	M	♀*	236·3	19·1	172·8	8·6	158·6	12·6	93·2	4·5	105·7	51·8
	A	1*	331·8	18·7	236·0	8·1	163·2	8·8	66·2	2·8	112·4	46·8

Nr.	Beobachtungsort	Parallaxe		E in Kilometern		e		f		Anfang		Ende	
		Anfang	Ende	Anfang	Ende	Anfang	Ende	Anfang	Ende	φ_1	λ_1	φ_2	λ_2
104	M	12·4°	18·1°	55·4	10·6	9·3°	2·3°	4·3°	1·0°	51° 10'	10° 48'	50° 25'	9° 49'
	G					8·1	1·9			50 38	11 0	27	47
	A	27·9	28·7	4·0	25·4	1·1	7·4	0·6	3·6	51 5	8 32	50 49	8 38
	G					1·1	7·1			5	34	50	29
105	A	39·6	38·2	12·3	8·7	4·7	3·4	2·4	1·6	51 5	7 45	50 52	7 55
	G					5·0	3·2			6	50	52	52
106	A	64·1	42·2	49·5	7·9	27·7	3·3	14·1	1·6	50 56	6 45	50 57	7 13
	G					28·8	3·2			51 12	5 58	57	7
107	R	56·5	47·3	19·1	27·1	8·1	11·4	4·9	8·4	51 20	6 30	51 22	5 55
	G					12·5	31·1			28	19	31	45
108	K	48·7	61·6	25·1	27·6	7·5	11·6	4·3	5·5	51 46	11 44	51 14	11 10
	Di					10·0	10·6			44	55	20	10 58
109	K	77·6	99·7	10·1	7·2	2·0	1·6	1·4	1·1	51 24	13 24	51 3	13 4
	Dr					4·5	4·2			19	23	50 59	4
	K	93·7	118·9	28·1	9·4	5·5	2·2	3·2	1·2	51 24	13 20	51 4	12 48
	P					7·5	2·8			13	15	0	44
	Dr	26·1	38·9	14·3	17·3	5·1	10·2	2·0	3·7	51 26	13 18	50 59	13 5
	P					3·5	5·7			22	7	55	12 53
110	K	94·7	101·4	23·2	8·0	7·9	3·6	2·7	1·0	51 3	10 49	50 51	10 22
	P					4·2	1·4			14	56	55	25
111	M	29·6	48·5	35·7	14·2	28·9	20·4	14·1	9·1	—	—	51 44	7 11
	R					27·6	16·5			—	—	47	17
112	M	18·8	13·2	16·6	3·3	14·2	2·9	6·2	1·2	51 30	7 57	51 20	7 50
	R					10·8	2·0			26	45	19	48
113	M	26·2	32·0	8·6	16·7	1·7	3·8	1·0	2·4	50 33	10 25	50 26	9 52
	K					2·5	6·3			29	21	34	59
114	M	11·1	11·3	2·6	11·1	0·9	5·6	0·4	2·5	51 29	9 10	51 19	8 44
	R					0·8	4·6			29	8	18	39
115	R	42·4	47·8	2·9	4·3	1·1	1·7	0·5	0·9	52 36	5 56	52 26	5 43
	G					1·0	1·8			35	57	27	42
116	K	99·7	73·4	7·4	3·9	3·2	1·0	1·1	0·5	50 37	10 34	49 48	10 56
	Dr					1·7	0·8			41	36	46	56
117	M	26·6	42·7	25·8	101·0	4·8	26·4	2·8	14·3	49 58	9 41	50 5	7 59
	K					6·6	31·1			50 9	51	34	9 0
118	M	35·3	31·2	58·5	35·5	13·4	7·4	7·8	4·3	50 10	9 5	49 44	9 3
	K					18·4	10·3			49 54	1	37	0

Nr.	Beob-achtungsort	Größe	Anfang		Ende		Anfang		Ende		Bahnlänge (Kilometer)	i
			r_1	dr_1 ±	r_2	dr_2 ±	H_1	dH_1 ±	H_2	dH_2 ±		
104	M	♀*	316·8	58·8	259·9	31·8	213·7	38·9	141·3	16·9	132·9	57·0°
	G	2*	413·4	58·6	320·4	31·7	205·2	27·7	150·0	14·2	106·1	58·7
	A	1*	208·7	14·4	195·4	13·6	101·1	6·8	70·9	4·8	44·5	47·2
	G	2*	201·5	14·4	203·0	13·6	97·5	6·8	93·6	6·1	28·5	82·1
105	A	2*	149·9	7·0	146·7	7·6	73·4	3·4	60·8	3·1	30·6	65·7
	G	2*	141·6	7·1	155·1	7·6	62·6	3·1	68·4	3·3	25·9	102·9
106	A	1*	87·7	2·3	135·4	6·2	63·5	1·7	101·1	4·6	50·3	138·3
	G	1*	81·7	2·4	139·9	6·2	74·9	2·2	105·6	4·7	92·7	109·3
107	R	1*	134·7	3·3	140·8	3·2	81·8	2·0	45·7	1·0	54·8	48·2
	G	1*	85·7	3·8	38·9	4·0	83·2	3·8	28·9	2·9	68·5	37·6
108	K	2*	192·9	6·2	134·6	4·2	88·4	2·8	66·2	2·0	75·2	72·8
	Di	1*	141·8	6·7	147·9	4·1	66·8	3·1	87·4	2·4	83·3	104·3
109	K	1*	296·2	3·4	264·0	2·5	111·6	1·2	83·6	0·8	53·9	58·7
	Dr	1*	129·2	5·8	97·9	5·0	115·9	5·2	84·5	4·3	54·0	54·5
	K	1*	292·2	4·1	242·1	6·1	110·0	1·4	76·3	1·8	64·8	58·7
	P	1*	213·2	5·3	190·4	6·7	128·3	3·2	82·2	2·8	63·9	43·8
	Dr	1*	159·0	15·1	94·5	6·9	142·7	13·5	81·6	6·0	80·4	40·5
	P	1*	237·4	14·8	175·3	6·4	143·2	8·7	75·5	2·7	86·7	38·6
110	K	1*	167·3	5·8	128·2	6·3	139·3	4·8	107·8	5·3	49·9	50·9
	P	1*	319·7	3·4	326·4	3·4	134·6	1·4	108·2	1·1	58·4	63·1
111	M	2	—	—	37·7	1·7	—	—	21·4	1·0	—	—
	R	2	—	—	48·8	1·6	—	—	31·9	1·1	—	—
112	M	2	58·9	8·1	64·4	12·3	43·7	6·0	38·0	7·2	20·0	74·1
	R	2	93·7	8·0	97·6	12·2	53·6	4·5	37·8	4·7	20·6	40·0
113	M	3	295·3	18·1	253·3	12·0	170·8	10·2	127·3	5·9	59·9	43·4
	K	2*	193·8	18·6	150·2	12·5	168·7	16·1	131·0	10·9	46·9	36·5
114	M	1*	154·4	29·6	111·0	22·3	106·6	20·3	61·0	12·1	57·7	37·8
	R	2*	174·2	29·6	141·8	22·3	108·0	18·1	70·5	10·9	54·6	46·6
115	R	1*	152·8	7·0	144·5	5·4	97·6	4·5	76·2	2·8	32·1	47·9
	G	2*	159·9	7·0	133·4	5·5	100·0	4·3	72·8	3·0	35·9	40·7
116	K	1*	133·6	4·7	225·1	6·1	93·8	3·3	134·3	3·5	104·2	112·9
	Dr	2*	243·2	3·1	268·1	5·5	97·3	1·2	130·4	2·6	110·2	107·5
117	M	♀*	309·5	19·4	214·9	8·2	180·0	11·0	96·2	3·5	149·6	55·9
	K	1*	220·8	19·8	158·6	8·5	188·6	16·8	140·8	7·6	92·5	58·9
118	M	3	253·2	11·4	275·9	14·4	141·8	6·2	113·3	5·7	56·3	59·6
	K	3	169·0	11·8	191·8	14·8	90·5	6·2	80·3	6·0	34·1	72·6

Bemerkungen.

Nr. 3. Brandes gibt bei dieser Sternschnuppe die Wahrscheinlichkeit großer Beobachtungsfehler von mehreren Graden an. Die Bahnlängen, Neigungswinkel und Orte, für welche das Meteor an beiden Beobachtungsstationen im Zenith stand, stimmen aber so gut überein, daß dem arithmetischen Mittel der Resultate mindestens das Gewicht $^1/_2$ erteilt werden kann.

Nr. 12 und 17 sind merkwürdige Fälle von sehr guter Übereinstimmung bei geradezu undenkbar großen Werten für die Anfangs- und Endhöhen. Ähnliches gilt auch für die Endhöhe von Nr. 18 und für Nr. 31.

Nr. 43 ist auch in Heis »Resultaten« p. 150 als dreifaches Meteor angeführt. Es scheint aber die Beobachtung in Frankfurt zu fehlerhaft zu sein, um ihr auf das Rechnungsergebnis Einfluß gewähren zu können. Insbesondere die Kombination Aachen—Frankfurt zeigt in allen Punkten eine schlechte Übereinstimmung und auch für Mons—Frankfurt sind für das Ende die Werte von E, e, f und der Unterschied in φ zu groß. Es wird daher nur die Kombination Aachen—Mons als korrespondierend angenommen.

Nr. 44 ist in Heis »Die periodischen Sternschnuppen« als korrespondierendes Meteor angegeben, aber in den »Resultaten« nicht mehr als solches angeführt. Die Rechnungsresultate stimmen auch tatsächlich so schlecht überein, daß die Identität recht zweifelhaft ist. Für dieselbe spricht eigentlich nur der Umstand, daß beide Meteore Perseiden sind.

Nr. 45 bis 55. Die Rechnungsresultate der von Schmidt als »gelb« bezeichneten Bonner Beobachtungen Nr. 49 bis 52 weisen untereinander keine erkennbare Beziehung auf. Von den ebenfalls in Bonn als »weiß« angegebenen Nr. 46, 53 und 55 zeigen die beiden letzten Ähnlichkeit in den Anfangshöhen und Bahnlängen, aber nicht in den Neigungswinkeln, während Nr. 46 und 55 in den Neigungswinkeln übereinstimmen, aber nicht in den Höhen und Längen.

Schmidt erwähnt in seinen »Resultaten aus zehnjährigen Beobachtungen über Sternschnuppen« p. 142, das Heis für ein am 10. August 1849 in Aachen und Neuenkirchen beobachtetes helles Meteor und für eine am 10. August 1850 in Aachen und Bern gesehene Feuerkugel nach der Konstruktionsmethode 20 und 4·5, beziehungsweise 20 und 14 Meilen als Höhen gefunden habe. Die näheren Daten zu erlangen, war mir nicht möglich. Übrigens sind in Heis »Resultaten« p. 23 wohl Neuenkirchener Beobachtungen vom 11. August 1849, nicht aber vom 10. angeführt.

Nr. 64 bis 74. Von den 11 in Jahns Unterhaltungen VIII veröffentlichten Siegener Beobachtungen sind in Heis »Resultaten« p. 51 nur sechs wiedergegeben, nämlich Nr. 64 bis 66 und 69 bis 71 und nur vier von ihnen, nämlich 64, 66, 70 und 71 auf p. 150 als korrespondierend angeführt. Jahn gibt nur die Münsterer Zeiten an, Heis auch die Siegener. Für Nr. 65 und 69 ist die Zeitdifferenz Münster—Siegen zu groß, um die Beobachtungen als korrespondierend erklären zu dürfen, vorausgesetzt, daß die Siegener Zeiten richtig angegeben sind. Eine fehlerhafte Angabe derselben liegt aber nicht außer dem Bereiche der Möglichkeit, da sich auch sonst in den Veröffentlichungen von Heis zahlreiche Schreib- oder Druckfehler finden. Überdies war in Siegen der eine von den zwei Beobachtern ein Primaner, so daß ein Fehler in der Uhrablesung um 5 Minuten auch nicht unmöglich war. Überhaupt ist die Serie Münster—Siegen eine nur wenig befriedigende. Da nun Nr. 65 und 69 in den Höhen keine schlechte Übereinstimmung aufweisen, könnte ihnen vielleicht doch noch das Gewicht $^1/_2$ zuerkannt werden. — In der von Newton im American Journal of Science II vol. 38, p. 139, veröffentlichten Höhenberechnung der bei Jahn angegebenen Reihe fehlen die Höhen von Nr. 64 Anfang, 70 und 73. Nr. 70 wurde von Newton bei der Berechnung weggelassen, weil die Bahnlage eine Höhenbestimmung nicht zulasse. In der vorliegenden nach der Weiß'schen Parallaxenmethode durchgeführten Berechnung erhält man aber ein in jeder Beziehung sehr gut übereinstimmendes Resultat, ebenso bei Nr. 64 unter Berücksichtigung der bereits in den Bemerkungen zur Tabelle A erwähnten Positionsverbesserung. Bezüglich Nr. 73, welche keinesfalls

einem identischen Meteor angehört, erweist sich auch die von Weiß in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie der Wissenschaften 1868, p. 331, ausgesprochene Vermutung, daß wahrscheinlich für Siegen der Anfangspunkt und Endpunkt vertauscht seien, als nicht ausreichend, eine wesentliche Verbesserung des sehr ungünstigen Rechnungsergebnisses herbeizuführen. Auch die in Heis »Resultaten« p. 51 als Nr. 21 angeführte Siegener Beobachtung, die der Zeit nach zur Münsterer Beobachtung passen würde, ist keinesfalls mit dieser korrespondierend.

Nr. 88 ist in Heis Wochenschrift II, p. 213, als dreifaches Meteor angeführt, während in den »Resultaten« p. 151 die Aachener Beobachtung nicht mehr als mit den beiden andern korrespondierend erwähnt wird, wohl wegen der um 2 Minuten zu kleinen Zeitdifferenz. Sonst wäre Bonn—Aachen das am besten übereinstimmende Paar des Beobachtungstripels. Auch hier wurde nur Münster—Bonn als identisch angenommen.

Nr. 89. Die Anfangshöhe und deshalb auch die Bahnlänge von Münster—Rheine ist zwar etwas größer als bei den andern fünf Paaren von Beobachtungen, doch sind diese Werte wenig sicher, da infolge der geringen Distanz Münster—Rheine (37 *km*) die Parallaxe nur klein und dH über 20 *km* ist, so daß schon ein Beobachtungsfehler von 1° die Anfangshöhe auf denselben Wert wie bei den andern Beobachtungspaaren herabsetzen könnte. Sonst stimmen die Rechnungsergebnisse der sechs Paare, zu denen die vier Beobachtungen kombiniert werden können, in jeder Beziehung so gut überein, daß die Identität nicht zu bezweifeln ist und hier tatsächlich ein vierfach beobachtetes Meteor vorliegt. Von der Kombination Münster—Rheine wird zur Bildung des arithmetischen Mittels (folgende Tabelle C) nur die Endhöhe herangezogen werden.

Nr. 90 wird in Heis »Resultaten« nicht mehr als identisch angeführt. Die Übereinstimmung ist aber in jeder Hinsicht so gut, daß die Identität als sicher anzunehmen ist. Dasselbe gilt für Nr. 95, 101, 110, 113 und 116.

Nr. 91. Die beiden Beobachtungspaare Münster—Gaesdonck und Rheine—Gaesdonck zeigen eine recht befriedigende Übereinstimmung, insbesondere in bezug auf die Endhöhe, i, φ und λ. Bei den Anfangshöhen, die auch noch gut übereinstimmen, und den Bahnlängen macht sich der Einfluß der kleineren Parallaxe geltend. Das dritte Beobachtungspaar Münster—Rheine ist wegen der allzu kleinen Parallaxen (3° und 6°) völlig gewichtslos, läßt aber doch in den Werten für i die Korrespondenz mit den beiden anderen Kombinationen erkennen. Da überdies die Divergenzpunkte der drei Paare nahezu dieselben sind (215·5° + 58·5°, 216° + 58° und 220° + 59°), so ist wohl das Meteor als dreifaches anzusehen.

Nr. 96. Von den drei Beobachtungspaaren liefern zwar Münster—Gaesdonck und Münster—Aachen jedes für sich sehr gut übereinstimmende Ergebnisse, aber untereinander stimmen die Resultate so wenig, daß die drei Beobachtungen wohl nicht als korrespondierend anzusehen sind. Mit Rücksicht darauf, daß das Münsterer und das Aachener Meteor vom Perseidenradianten herkommen, nehme ich dieses Paar als das richtige an. In Heis »Resultaten« ist das Meteor als dreifaches angegeben.

Nr. 97. Die gute Übereinstimmung in φ und λ spricht dafür, daß das Meteor ein dreifaches ist. Das beste Beobachtungspaar ist Münster—Gaesdonck; den beiden andern Paaren möge nur das Gewicht $^1/_2$ zuteil werden.

Nr. 104. Es kommen zwar alle drei Meteore vom Perseidenradianten her, aber untereinander stimmen die Rechnungsergebnisse zu wenig überein, um die Identität behaupten zu können. Es möge daher hier nur das Paar Münster—Aachen als korrespondierend angenommen werden. Auch in den »Resultaten« ist das Meteor nicht mehr als dreifaches angeführt.

Nr. 109 ist ein dreifach beobachteter Perseid, der aber in den »Resultaten« nicht unter den identischen erwähnt wird. Die Kombinationen Kassel—Prag und Dresden—Prag erhalten das Gewicht $^1/_2$.

Nr. 111 ist in Heis »Resultaten« als identisch angeführt, kann aber nach den Rechnungsergebnissen keinesfalls als solches betrachtet werden.

Bei einer Anzahl von Meteoren ist an dem einen Beobachtungsorte auch die Zeitdauer des Phänomens angegeben. Aus dieser und der für den Beobachtungsort, an welchem die Dauer notiert wurde, berechneten Bahnlänge L ergeben sich die nachstehend angeführten Geschwindigkeiten v.

Nr.	Beob-achtungsort	Dauer (Sek.)	L (km)	v (km)	Nr.	Beob-achtungsort	Dauer (Sek.)	L (km)	v (km)
1	Bs	> 1	37·8	< 37·8	36	Bs	1	106·4	106·4
24	Bs	1	101·4	101·4	37	Bs	1	53·6	53·6
26	Bs	1	229·0	229·0	38	Bs	1	240·2	240·2
27	Bs	1·3	125·6	96·6	40	Mo	0·8	125·7	157·1
28	Bs	2·7	104·7	38·8	41	Mo	1·6	155·6	97·3
29	Bs	1·3	117·3	90·2	43	Mo	1·4	97·4	69·6
30	Bs	1	155·5	155·5	44	N	2	104·6	52·3
31	Bs	1	453·7	453·7	46	Bo	0·6	202·2	337·0
32	Bs	1	107·9	107·9	49	Bo	0·75	96·2	128·3
33	Bs	0·7	89·7	128·1	50	Bo	1·2	50·8	42·3
34	Bs	1	83·5	83·5	51	Bo	0·75	72·6	96·8
35	Bs	1·3	143·1	110·1	52	Bo	0·5	88·4	176·8

Nur bei sechs von diesen 24 Meteoren (bei Nr. 1, 28, 37, 43, 44 und 50) sind die Geschwindigkeiten von einer parabolischen Bahnen entsprechenden Größe. Daß bei der Mehrzahl weit größere Rechnungswerte für die Geschwindigkeit erhalten werden, hat wohl seinen Grund darin, daß bei ihnen die Zeitdauer der Erscheinung mehr oder weniger stark unterschätzt wurde. Die so errechneten Geschwindigkeiten können daher nicht einmal als Nährungswerte gelten.

Auf Grund der nach älteren Berechnungen erhaltenen Werte für die Bahnlängen gestaltet sich der Prozentsatz für die parabolischen Geschwindigkeiten etwas günstiger, wie aus dem Folgenden zu ersehen ist.

Nr.	Beob-achtungsort	Dauer (Sek.)	L (km)	v (km)	Nr.	Beob-achtungsort	Dauer (Sek.)	L (km)	v (km)
1	Bs	> 1	37	< 37	34	Bs	1	74·2	74·2
24	Bs	1	—	—	35	Bs	1·3	79·4	61·1
26	Bs	1	360·6	360·6	36	Bs	1	103·9	103·9
27	Bs	1·3	153·6	118·2	37	Bs	1	29·7	29·7
28	Bs	2·7	62·3	23·1	38	Bs	1	115·7	115·7
29	Bs	1·3	44·5	34·2	40	Mo	0·8	141·0	176·3
30	Bs	1	169·2	169·2	41	Mo	1·6	200·4	125·3
31	Bs	1	66·0	66·0	43	Mo	1·4	118·7	84·8
32	Bs	1	86·1	86·1	44	N	2	81·6	40·8
33	Bs	0·7	70·5	100·7					

Außerdem führt Heis in der Wochenschrift II, p. 213 u. ff., ohne die Bahnlängen und die Zeitdauern anzugeben, die hier in Kilometer umgerechneten geozentrischen Geschwindigkeiten an von:

Nr. 89 . . . . . . 37·1 *km* — Nr. 95 . . . . . . 59·4 *km*

Nr. 90 . . . . . . 50·1 » — Nr. 109 . . . . . . 44·5 »

In der nun folgenden Zusammenstellung C wird für jedes Meteor das arithmetische Mittel der für die beiden Beobachtungsorte erhaltenen Anfangs- und Endhöhen und ihrer Maximalfehler, sowie der Bahnlängen und Neigungswinkel gegeben.[1]

Nach diesen folgen die Gewichte, welche den linksstehenden Werten bei der Bildung des Jahresmittels, bezw. des Gesamtmittels zugemessen werden. Sind zwei Gewichtszahlen angegeben, so bezieht sich die erste auf die Anfangshöhe und deren Maximalfehler, die zweite auf H_2 und dH_2. Die Bahnlänge L und der Neigungswinkel erhalten in diesem Falle das kleinere Gewicht. Die Zuteilung der Gewichte erfolgte nicht bloß unter Berücksichtigung der mehr oder weniger guten Übereinstimmung der für die beiden Beobachtungsorte erhaltenen Werte von H, dH, L und i, sondern auch von φ und λ und der Beobachtungszeiten, der Größen e, E, f und der Parallaxe. Auch das Bild, das die in Horizontal-Äquatorial-Projektionskarten eingezeichneten Meteorbahnen lieferten, war bei der Wahl des Gewichtes mitbestimmend, welche aber, wie es in der Natur der Sache liegt, trotz alldem nicht frei von jeder Subjektivität bleibt. Für das Gesamtmittel ist übrigens bei der schon beträchtlichen Anzahl von Meteoren die Wahl der Gewichte nicht von tiefgehendem Einfluße. In der Kolonne »Anmerkung« bezeichnet ein P das Meteor als einen Perseiden mit dem Radiationspunkte $\alpha = 44°$, $\delta = 56°$.

Schließlich sind noch die Anfangs- und Endhöhen angegeben, die nach älteren Rechnungsmethoden erhalten worden waren und den zu Anfang (p. 1 u. 2 [467 u. 468]) angeführten Quellen entnommen sind.

C.

Nr.	Jahr	Beobachtungsort	Anfang		Ende		L	i	Gewicht	Anmerkung	Nach älteren Berechnungen	
			H_1	dH_1 ±	H_2	dH_2 ±					H_1	H_2
1	1823	Bs—Gl	78·5	2·4	47·1	1·0	39·4	37·0°	1		87·5	57·1
2		Bs—Gl	233·0	15·9	236·3	18·1	56·9	93·8	1	P	220·6	250·3
3		Bs—Gl	54·5	2·2	29·2	0·6	89·5	73·5	½	P	—	—
4		Bs—Gl	105·2	3·9	58·1	2·2	62·4	40·8	1	P	125·1	60·3
5		Bs—Gl	106·5	7·7	70·5	4·5	52·0	47·3	1		97·4	74·3
6		Bs—Gl	74·0	2·4	46·0	1·7	30·3	22·1	1	P	75·7	50·1
7		Bs—Gl	154·2	8·2	118·0	5·5	39·0	22·3	1	P	200·4	105·4
8		Bs—Gl	71·1	1·8	60·6	1·5	20·4	63·4	1		70·7	63·7
9	1837	Be—Bs	394·6	20·8	363·1	20·2	112·4	74·5	½		384·3	336·9
10		Be—Bs	203·6	6·7	239·4	10·6	174·2	102·3	½, 1		303·5	256·0
11		Be—Bs	198·4	4·8	183·3	4·3	43·6	69·4	1		164·0	165·5
12		Be—Bs	1972·4	552·9	778·6	108·8	1351·8	28·0	0	P	1931·5	779·9
13		Be—Bs	205·3	5·2	134·4	2·5	89·7	36·7	½	P	228·6	138·7
14		Be—Bs	230·9	11·5	102·1	3·2	175·3	42·5	1, ½	P	217·4	144·3
15		Be—Bs	210·4	5·9	209·8	5·5	53·2	69·9	½		213·7	213·7
16		Be—Bs	334·7	16·0	150·2	3·7	205·3	24·6	½		341·4	203·3
17		Be—Bs	1015·6	135·4	736·7	80·1	292·4	17·5	0	P	1047·6	767·9
18		Be—Bs	318·1	12·6	549·4	48·0	448·4	121·1	1, ½		371·0	598·8
19		Be—Bs	266·0	8·7	164·0	3·7	111·1	22·7	1	P	273·8	150·6
20		Be—Bs	135·5	3·6	102·0	2·6	47·3	45·1	½		120·2	83·9
21		Be—Bs	362·6	19·8	253·5	12·1	117·9	15·9	½		329·5	275·3

[1] Bei den mehrfachen Meteoren Nr. 89, 91, 97 und 109 wurden die Mittelwerte unter Berücksichtigung der den einzelnen Paaren beigelegten Gewichte gebildet.

Nr.	Jahr	Beobachtungsort	Anfang		Ende		L	i	Gewicht	Anmerkung	Nach älteren Berechnungen	
			H_1	dH_1 ±	H_2	dH_2 ±					H_1	H_2
22	1837	Be—Bs	271·4	11·3	320·5	17·5	153·3	108·9°	1		280·5	307·9
23		Be—Bs	148·8	3·5	125·6	3·1	48·3	62·3	½, 1		160·3	124·7
24	1839	Be—Bs	159·2	5·5	94·6	2·2	100·3	49·5	½	P	—	—
25		Be—Bs	100·4	3·9	62·9	1·8	59·1	49·2	½	P	126·1	96·5
26		Be—Bs	169·9	14·3	243·1	22·2	231·1	108·6	1, ½		178·1	356·1
27		Be—Bs	191·7	10·8	111·3	3·9	130·3	52·0	1		133·6	81·6
28		Be—Bs	98·0	2·2	90·9	2·8	96·6	87·0	1, ½	P	103·9	96·5
29		Be—Bs	108·0	2·9	58·3	1·0	91·8	56·7	½	P	89·0	59·4
30		Be—Bs	196·6	10·1	90·6	4·5	156·5	47·3	1	P	222·6	111·3
31		Be—Bs	573·1	59·6	852·8	133·4	452·9	128·2	0	P	341·3	326·5
32		Be—Bs	115·4	5·4	91·2	4·4	105·1	76·8	1	P	126·1	155·8
33		Be—Bs	160·8	5·8	104·4	1·9	90·1	51·2	1		237·4	207·8
34		Be—Bs	79·0	1·5	86·0	1·9	80·3	95·1	½		89·0	89·0
35		Be—Bs	123·8	2·6	90·5	2·1	118·6	72·9	1	P	126·1	96·5
36		Be—Bs	249·0	8·7	185·4	5·4	93·4	47·6	0	P	326·5	296·8
37		Be—Bs	83·4	2·3	64·3	1·9	44·7	64·2	1	P	74·2	66·8
38		Be—Bs	567·0	46·6	416·9	28·0	194·5	38·9	½	P	541·6	489·7
39		W—Kr	370·4	43·5	303·9	35·4	173·2	67·7	½	P	369·0	300·0
40	1842	A—Mo	110·2	3·0	106·9	3·8	109·1	88·8	½, 1		126·1	96·5
41		A—Mo	156·1	7·7	76·9	1·6	138·2	55·2	1, ½	P	163·2	51·9
42		A—Mo	126·7	6·2	100·5	4·9	65·7	68·6	½		141·0	81·6
43		A—Mo	103·0	2·8	120·5	5·6	93·0	100·9	1		148·4	118·7
44	1848	A—N	91·8	2·2	43·3	1·2	120·4	67·6	¼	P	70·5	48·2
45	1849	Bm—Hb	83·0	3·9	77·0	3·2	26·5	76·9	1	P	64·3	126·1
46		Bo—A	301·0	67·5	119·9	13·7	213·1	31·7	½		348·8	133·6
47		A—F	111·4	4·7	101·9	4·0	61·7	81·1	1	P	58·3	76·7
48		F—N	124·8	5·8	93·9	4·1	46·1	49·8	½, 1	P	112·3	100·8
49		Bo—Bm	150·9	4·0	115·4	2·4	94·8	68·0	½	P	155·3	130·3
50		Bo—Bm	87·3	2·9	38·1	1·0	52·6	20·4	1		75·6	34·6
51		Bo—A	177·2	17·3	119·8	7·4	79·9	42·6	1	P	148·4	111·3
52		Bo—Bm	206·0	10·3	126·6	5·6	121·3	51·7	½	P	132·8	140·6
53		Bo—Bm	122·2	5·7	97·7	4·5	67·8	73·2	½		81·9	71·4
54		Bo—Bm	135·4	3·1	98·4	1·9	41·2	26·1	½		920·0	504·6
55		Bo—Bm	119·1	2·5	85·9	1·6	41·3	36·3	½	P	90·4	70·6
56	1850	Bo—A	106·3	8·1	95·7	7·4	26·1	67·1	1	P	107·6	96·5
57		Bo—A	92·6	8·6	77·8	7·2	30·1	61·6	1	P	102·0	74·2
58		Bo—A	137·1	12·0	123·9	10·4	35·1	67·8	1	P	200·4	179·9
59		Bo—A	83·1	7·9	79·0	4·3	48·6	83·6	½	P	42·7	35·2
60		Bo—A	113·9	13·1	69·8	7·2	56·5	39·2	½	P	81·6	63·1
61		Bo—A	104·3	10·0	117·4	18·9	65·7	101·5	1, ½	P	133·6	126·1
62		Bo—A	155·6	13·0	70·0	4·2	87·8	13·0	1	P	70·5	51·9
63		Bo—A	72·0	2·7	74·5	3·7	49·9	93·4	½, 1	P	111·3	81·6
64	1853	M—S	45·8	1·4	36·6	1·1	29·0	71·6	1	P	44·5	33·4
65		M—S	178·9	13·7	158·0	16·3	74·2	72·4	½	P	157·7	144·8
66		M—S	172·3	21·6	154·4	30·0	166·6	83·9	½	P	170·7	129·4

Nr.	Jahr	Beobachtungsort	Anfang		Ende		L	i	Gewicht	Anmerkung	Nach älteren Berechnungen	
			H_1	dH_1 ±	H_2	dH_2 ±					H_1	H_2
67	1853	M—S	61·3	1·2	52·5	1·1	25·5	59·1°	$\frac{1}{2}$	P	51·5	43·5
68		M—S	74·8	2·2	62·8	1·8	16·6	43·8	$\frac{1}{2}$		65·8	54·7
69		M—S	95·9	2·9	102·8	3·7	36·2	100·2	$\frac{1}{2}$	P	83·7	85·3
70		M—S	110·9	6·3	116·3	9·7	78·9	93·9	1	P	178·1	163·2
71		M—S	80·2	2·0	58·3	1·1	38·4	48·1	$\frac{1}{2}$, 1		64·9	53·7
72		M—S	48·6	1·5	44·6	1·8	21·0	91·5	$\frac{1}{2}$		38·6	37·0
73		M—S	0·8	1·2	—	—	—	—	0		—	—
74		M—S	35·3	0·9	23·1	0·8	19·2	47·5	0		30·6	24·1
75	1854	M—H	82·7	13·4	46·0	4·4	53·2	46·3	$\frac{1}{2}$, 1	P	85·3	59·4
76		M—H	73·7	11·2	43·6	6·0	35·2	31·7	$\frac{1}{2}$		68·4	59·4
77	1857	P—Kö	86·5	8·1	76·7	6·9	47·6	78·5	1		—	—
78		P—Kö	116·4	8·1	72·6	3·9	55·2	31·5	0, 1		—	—
79		M—Bo	105·1	3·4	79·5	2·0	44·0	54·5	1	P	148·4	85·3
80		M—Bo	102·1	2·7	61·0	1·1	41·6	6·3	1		115·0	66·8
81		M—Bo	138·5	6·5	104·9	4·7	56·9	53·7	1	P	126·2	92·8
82		M—Bo	132·6	4·9	72·3	1·7	61·7	9·9	1		238·5	74·2
83		M—H	63·8	6·7	51·3	4·6	26·6	58·5	0, 1		74·2	51·9
84		M—Do	50·7	2·5	29·5	1·2	22·0	15·2	1		50·1	29·7
85		M—Bo	119·8	4·1	101·6	2·8	44·8	64·2	$\frac{1}{2}$		170·7	103·9
86		M—Bo	104·8	3·2	84·2	2·4	24·1	26·1	1		96·5	81·6
87	1858	M—Bo	90·3	4·3	64·0	2·0	76·8	69·9	1		85·3	53·8
88		M—Bo	198·9	10·7	112·1	3·6	122·9	45·1	$\frac{1}{2}$	P	218·9	115·0
89		M-A-Bo-R	87·0	4·0	54·6	3·4	68·2	61·2	1	vierfach	124·3	53·8
90		M—G	362·9	64·4	202·2	23·5	208·0	39·4	$\frac{1}{2}$	P	345·1	200·4
91		M—G—R	254·7	24·7	81·1	3·2	196·2	27·2	$\frac{1}{2}$, 1	dreifach	400·7	74·2
92		M—Do	43·9	4·0	29·8	2·8	49·6	73·6	1	P	40·8	35·2
93		M—A	76·5	2·1	82·6	3·0	62·2	96·0	1		—	77·9
94		M—G	79·3	7·7	78·0	7·1	23·5	87·9	1	P	89·0	77·9
95		M—K	133·1	8·5	116·1	7·8	46·7	68·6	1	P	129·8	118·7
96		M—A	272·4	35·7	145·8	9·3	213·0	53·6	$\frac{1}{2}$, 1	P	200·4	144·7
97		M—A—G	103·3	6·5	74·1	3·4	62·4	62·3	1	P dreifach	122·4	85·3
98		M—G	122·4	14·0	104·8	8·8	64·5	74·1	$\frac{1}{2}$, 1	P	111·3	89·0
99		A—Do	116·2	7·1	69·1	3·3	73·0	49·8	1	P	115·0	77·9
100		A—Do	114·7	6·1	69·2	2·5	55·6	35·0	1, $\frac{1}{2}$	P	85·3	59·4
101		M—Dr	143·8	3·6	85·2	3·4	84·3	46·1	1	P	144·7	89·0
102		A—G	174·3	21·9	101·0	8·1	103·2	44·7	$\frac{1}{2}$, 1	P	155·8	96·5
103		Dr—K	128·0	2·5	116·6	2·3	48·8	77·1	$\frac{1}{2}$	P	115·0	107·6
104		M—A	160·9	10·7	89·7	3·7	109·1	49·3	1	P	163·2	89·0
105		A—G	68·0	3·2	64·6	3·2	28·2	84·3	$\frac{1}{2}$		66·8	59·4
106		A—G	69·2	1·9	103·4	4·6	71·5	123·8	0, 1		107·6	107·6
107		R—G	82·5	2·9	37·3	2·0	61·7	42·9	$\frac{1}{2}$		—	59·4
108		K—Di	77·6	2·9	76·8	2·2	79·2	88·6	$\frac{1}{2}$		96·5	96·5
109		K—Dr—P	122·4	5·0	81·5	3·9	64·0	51·0	1	P dreifach	111·3	89 0
110		K—P	136·9	3·1	108·0	3·2	54·2	57·0	1	P	133·6	111·3
111		M—R	—	—	26·6	1·0	—	—	0		89·0	37·1

Nr.	Jahr	Beobachtungsort	Anfang		Ende		L	i	Gewicht	Anmerkung	Nach älteren Berechnungen	
			H_1	dH_1 ±	H_2	dH_2 ±					H_1	H_2
112	1858	M—R	48·6	5·2	37·9	5·9	20·3	57·1°	$\frac{1}{2}$		—	59·4
113		M—K	169·8	13·1	129·1	8·4	53·4	39·9	1	P	178·1	111·3
114		M—R	107·3	19·2	65·8	11·5	56·2	42·2	$\frac{1}{2}$	P	83·5	50·1
115		R—G	98·8	4·4	74·5	2·9	34·0	44·3	1	P	89·0	64·8
116		K—Dr	95·5	2·2	132·4	3·1	107·1	110·2	1		152·1	133·6
117		M—K	134·3	13·9	118·5	5·5	121·0	57·4	1, 0		207·8	—
118		M—K	116·1	6·2	96·8	5·8	45·2	66·1	$\frac{1}{2}$		—	81·6

Das Gewicht 0 erhielten:

Nr. 12, 17 und 31 wegen der unwahrscheinlich großen Höhen,

Nr. 73 und 111 wegen sicherer Nichtidentität,

Nr. 36, 74, 78 Anfang, 83 Anfang, 106 Anfang und 117 Ende wegen zu großer Beobachtungsfehler.

Blieb die Parallaxe unter 20°, so wurde den Meteoren trotz sonst guter, mitunter auch sehr guter Übereinstimmung nur das Gewicht $^1/_2$ zuerkannt. In fast allen diesen Fällen beträgt dH mehr als $10^0/_0$ des zugehörigen Wertes von H, so daß die Unsicherheit des Resultates bei der Wahl des Gewichtes schon zum Ausdruck kommen mußte. Es betrifft dies die Nr. 39, 46, 59, 60, 61 Ende, 66, 75 Anfang, 90, 91 Anfang, 96 Anfang, 98 Anfang, 102 Anfang, 112 und 114. Nr. 38 ist zwar schon etwas oberhalb dieser unteren Grenze für die Parallaxe, doch ist dH absolut genommen sehr beträchtlich und überdies sind die Zahlenwerte von H so ungewöhnlich groß, daß es überhaupt fraglich ist, ob dieses Meteor noch das zugeteilte Gewicht $^1/_2$ verdient.

Als Perseiden wurden nur solche Meteore bezeichnet, bei welchen die Zugehörigkeit zum Radianten $\alpha = 44°$, $\delta = 56°$ schon mit größerer Sicherheit behauptet werden kann. Möglicherweise gehören außer diesen 67 Meteoren auch noch andere der hier berechneten hinzu, zum Beispiel 40, 42, 43, 85, 105. Es läßt sich eben die Wahrscheinlichkeitsgrenze für die Zugehörigkeit nicht scharf ziehen.

Bei 15 Meteoren ist die Endhöhe größer als die Anfangshöhe. Bei den meisten von diesen könnte aber schon durch einen Beobachtungsfehler von weniger als 2·1° der Maximaleinfluß auf die Höhen so groß werden, daß das Ansteigen in ein Fallen übergehen würde, da dann die Summe der absoluten Werte von dH_1 und dH_2 größer wird als der Höhenunterschied $H_2 - H_1$. Zu diesen Meteoren gehören Nr. 2, 10, 22, 26, 31, 34, 43, 61, 63, 69, 70 und 93. Bei Nr. 18 ist die ungewöhnlich große Endhöhe recht unsicher und bei Nr. 106 ist die Anfangshöhe aus wahrscheinlich fehlerhaften Beobachtungen errechnet und daher unbrauchbar. So bliebe Nr. 116 als einziges unter 118 Meteoren, bei dem das Ansteigen nicht so leicht anzuzweifeln ist; man müßte denn in dem Fehlen der Dresdener Zeitangabe einen Grund sehen wollen, um die Identität nicht als sicher anzuerkennen.

Unter Berücksichtigung der in Tabelle C zugeteilten Gewichte erhält man als Jahresmittel:

D.

Für sämtliche Meteore:

Jahr	H_1	dH_1 ±	H_2	dH_2 ±	L	i	Anzahl der Meteore
1823	113·3	5·8	86·8	4·6	46·0	48·5°	8
1837	253·6	10·0	218·3	9·8	130·5	62·3	13
1839	166·5	9·6	123·1	6·6	115·9	64·1	14
1842	125·9	5·0	105·4	4·2	99·8	82·9	4
1848	91·8	2·2	43·3	1·2	120·4	67·6	1
1849	138·5	10·4	94·1	4·3	71·1	51·9	11
1850	112·4	9·8	88·5	7·4	48·3	61·4	8
1853	93·2	5·5	83·1	6·6	54·0	75·5	9
1854	78·2	12·3	45·2	4·9	44·2	39·0	2
1857	104·0	4·4	71·9	3·1	42·7	36·8	10
1858	126·1	9·1	89·8	5·1	73·6	61·6	31
Gesamtmittel .	139·4	8·3	104·3	5·7	76·3	58·8	111

und für die Perseiden:

Jahr	H_1	dH_1 ±	H_2	dH_2 ±	L	i	Anzahl der Meteore
1823	131·9	7·0	105·1	6·2	51·9	48·0°	5
1837	239·8	9·1	141·2	3·3	121·9	31·2	3
1839	169·3	9·9	121·5	6·9	111·8	62·2	10
1842	156·1	7·7	76·9	1·6	138·2	55·2	1
1848	91·8	2·2	43·3	1·2	120·4	67·6	1
1849	134·4	7·4	101·2	4·3	64·0	60·7	7
1850	112·4	9·8	88·5	7·4	48·3	61·4	8
1853	102·8	6·9	96·7	9·1	64·8	80·8	6
1854	82·7	13·4	46·0	4·4	53·2	46·3	1
1857	121·8	5·0	92·2	3·4	50·5	54·1	2
1858	135·9	10·6	95·1	5·9	72·7	55·7	19
Gesamtmittel .	139·0	9·0	100·0	6·0	73·7	58·2	63

Wenn man, um sicherer zu gehen, auch Nr. 9, 13, 15, 21, 65, 69, 88 wegen der Zeitdifferenz und Nr. 18 und 38 wegen der ungewöhnlich großen Höhen unberücksichtigt läßt, so erhält man folgende Jahresmittel:

E.

Für sämtliche Meteore:

Jahr	H_1	dH_1 ±	H_2	dH_2 ±	L	i	Anzahl der Meteore
1823	113·3	5·8	86·8	4·6	46·0	48·5°	8
1837	229·7	8·5	186·2	6·8	115·2	61·7	8
1839	147·4	7·8	107·6	5·5	111·7	65·4	13
1842	125·9	5·0	105·4	4·2	99·8	82·9	4
1848	91·8	2·2	43·3	1·2	120·4	67·6	1
1849	138·5	10·4	94·1	4·3	71·1	51·9	11
1850	112·4	9·8	88·5	7·4	48·3	61·4	8
1853	83·4	4·9	73·7	5·9	53·8	73·0	7
1854	78·2	12·3	45·2	4·9	44·2	39·0	2
1857	104·0	4·4	71·9	3·1	42·7	36·8	10
1858	124·5	9·0	89·3	5·1	72·5	62·0	30
Gesamtmittel .	130·0	7·9	96·0	5·1	72·5	58·5	102

und für die Perseiden:

Jahr	H_1	dH_1 ±	H_2	dH_2 ±	L	i	Anzahl der Meteore
1823	131·9	7·0	105·1	6·2	51·9	48·0°	5
1837	248·5	10·1	143·4	3·5	132·5	29·3	2
1839	140·9	7·2	98·8	5·3	105·4	64·0	9
1842	156·1	7·7	76·9	1·6	138·2	55·2	1
1848	91·8	2·2	43·3	1·2	120·4	67·6	1
1849	134·4	7·4	101·2	4·3	64·0	60·7	7
1850	112·4	9·8	88·5	7·4	48·3	61·4	8
1853	91·2	6·4	85·5	8·8	68·0	79·0	4
1854	82·7	13·4	46·0	4·4	53·2	46·3	1
1857	121·8	5·0	92·2	3·4	50·5	54·1	2
1858	133·8	10·6	94·6	6·0	71·0	56·1	18
Gesamtmittel .	133·1	8·7	95·5	5·8	72·0	58·2	58

Würde man diesen in der Tabelle E einbezogenen Meteoren allen dasselbe Gewicht 1 zuteilen, so erhielte man als Jahresmittel:

F.

Für sämtliche Meteore:

Jahr	H_1	dH_1 ±	H_2	dH_2 ±	L	i	Anzahl der Meteore
1823	109·6	5·6	83·2	4·4	48·7	50·0°	8
1837	223·7	8·3	173·4	6·1	119·8	59·7	8
1839	150·5	8·5	114·8	6·6	113·7	67·6	13
1842	124·0	4·9	101·2	4·0	101·5	78·4	4
1848	91·8	2·2	43·3	1·2	120·4	67·6	1
1849	145·0	11·4	97·7	4·5	78·2	51·6	11
1850	108·1	9·4	88·5	7·9	50·0	65·9	8
1853	84·8	5·2	75·2	6·2	53·7	70·3	7
1854	78·2	12·3	44·8	5·2	44·2	39·0	2
1857	105·0	4·4	73·4	3·1	42·8	38·6	10
1858	130·1	10·7	88·7	5·3	76·7	60·7	30
Gesamtmittel .	131·6	8·6	96·0	5·4	77·2	59·3	102

und für die Perseiden:

Jahr	H_1	dH_1 ±	H_2	dH_2 ±	L	i	Anzahl der Meteore
1823	124·2	6·5	97·5	5·6	55·6	50·5°	5
1837	248·5	10·1	133·1	3·5	143·2	32·6	2
1839	150·6	8·7	105·2	6·2	105·1	63·5	9
1842	156·1	7·7	76·9	1·6	138·2	55·2	1
1848	91·8	2·2	43·3	1·2	120·4	67·6	1
1849	138·9	6·9	102·9	4·0	67·4	57·3	7
1850	108·1	9·4	88·5	7·9	50·0	65·9	8
1853	97·6	7·6	90·2	9·6	75·0	77·1	4
1854	82·7	13·4	46·0	4·4	53·2	46·3	1
1857	121·8	5·0	92·2	3·4	50·5	54·1	2
1858	143·9	13·2	96·7	6·4	78·0	55·3	18
Gesamtmittel .	135·6	9·6	96·2	6·1	77·6	58·6	58

Ein Vergleich der Tabellen E und F lehrt, daß, wie bereits erwähnt, bei einer größeren Anzahl von Meteoren das Gesamtmittel durch die Wahl der Gewichte nicht wesentlich beeinflußt wird.

Die nach den älteren Berechnungen für dieselben unter E und F berücksichtigten Meteore erhaltenen Resultate liefern, wenn man allen dasselbe Gewicht zuerkennt, folgende Jahresmittel:

G.

Für sämtliche Meteore:

Jahr	H_1	dH_1 ±	H_2	dH_2 ±	L	Anzahl der Meteore
1823	125·3	17·8	94·5	8·2	—	7
1837	232·6	18·9	179·5	12·2	—	8
1839	156·3	23·5	143·1	23·1	113·4	12
1842	144·7	—	87·2	—	144·7	4
1848	70·5	—	48·2	—	81·6	1
1849	125·4	18·5	98·5	9·8	—	10
1850	106·2	—	88·6	—	—	8
1853	87·7	—	73·6	—	—	7
1854	76·9	—	59·4	—	—	2
1857	135·1	—	73·3	—	—	8
1858	141·9	—	88·1	—	—	29
Gesamtmittel .	138·8	—	100·8	—	—	96

und für die Perseiden:

Jahr	H_1	dH_1 ±	H_2	dH_2 ±	L	Anzahl der Meteore
1823	155·4	25·6	116·5	10·6	—	4
1837	245·6	17·4	147·5	9·3	—	2
1839	154·6	23·6	122·9	21·7	88·1	8
1842	163·2	—	51·9	—	200·4	1
1848	70·5	—	48·2	—	81·6	1
1849	108·8	12·4	108·0	11·4	—	7
1850	106·2	—	88·6	—	—	8
1853	111·2	—	92·4	—	—	4
1854	85·3	—	59·4	—	—	1
1857	137·3	—	89·1	—	—	2
1858	134·1	—	94·3	—	—	18
Gesamtmittel .	132·4	—	100·2	—	—	56

Hiebei wurde Nr. 54 (Jahr 1849) wegen der außerordentlich großen Höhen weggelassen, andrerseits aber Nr. 39 (Jahr 1839) mit einbezogen, obwohl es nicht nach einer älteren Methode, sondern von Ducke nach derselben Weiß'schen Methode behandelt wurde, wie die in dieser Schrift von mir berechneten Meteore. Wie man sieht, liefern die älteren Berechnungen trotz der im einzelnen mitunter recht erheblichen Unterschiede ein gegenüber der neueren Methode nur um wenige Prozente verschiedenes Gesamtmittel für die Höhen. Wesentlich größere Unterschiede weisen die Maximaldifferenzen auf, die ein Beobachtungsfehler von 1° ergeben könnte.

Von älteren Berechnungen sind mir diese Fehlereinflüsse nur aus den Jahren 1823, 1837, 1839 und 1849 bekannt geworden. Diese liefern als Durchschnitt $dH_1 = \pm 19 \cdot 4$ und $dH_2 = \pm 13 \cdot 8$ *km*, während für dieselben Meteore nach der Methode von Weiß nur $\pm 7 \cdot 7$, beziehungsweise $\pm 4 \cdot 9$ *km* resultieren (unter Beilegung durchaus gleicher Gewichte $\pm 8 \cdot 1$ und $\pm 5 \cdot 0$ *km*). Auf die Durchschnittswerte von $H_1 = 152 \cdot 7$ und $H_2 = 125 \cdot 0$ *km* bezogen, beträgt dies nach den älteren Methoden 12·7, beziehungsweise 11·0%, während sich nach der Parallaxenmethode für dH_1 nur 5·1% von H_1 (=151·0 *km*) und für dH_2 4·3% von H_2 (=114·3 *km*) ergibt. (Unter Beilegung durchaus gleicher Gewichte 5·3 und 4·4%.) Es ist demnach die Unsicherheit der älteren Berechnungsweisen ungefähr $2^1/_2$ mal so groß als die der hier angewandten. (Nr. 39 ist hiebei nicht einbezogen worden.)

Aus den Zusammenstellungen D, E, F und G ist zu ersehen, daß die Perseiden weder in bezug auf die Anfangs- und Endhöhe, noch auch hinsichtlich der Bahnlänge oder des Neigungswinkels eine Sonderstellung unter den Augustmeteoren einnehmen.

Unter Bevorzugung der in E gewonnenen Resultate erhält man für die vorliegende Serie von Meteoren als wahrscheinlichste Gesamtmittel:

Anfangshöhe	130 *km*
Endhöhe	96 »
Bahnlänge	73 »
Neigungswinkel	59°

Von 102 identischen Meteoren sind 3 dreifach und eines vierfach beobachtet worden. 57 Prozent waren Perseiden.

Die Jahresmittel zeigen untereinander, besonders hinsichtlich der Anfangshöhen, bedeutende Unterschiede und sowohl nach der neuen, wie nach den älteren Methoden berechnet, denselben Wechsel in der Zu- und Abnahme. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß dieser Wechsel mit einer periodischen Veränderlichkeit der Konstitution der Atmosphäre zusammenhängt. Die Maxima der hier berechneten Anfangshöhen fallen in die Jahre 1837, 1849 und 1858. Verfolgt man die Schwankungen auch noch in den folgenden Jahren weiter, so findet man auf Grund der noch nach anderen Methoden berechneten Resultate, daß das letzterwähnte Maximum bis 1863 anhält, dann folgen Maxima 1870 bis 1872, 1886 bis 1887 und 1897. Die Intervalle betragen also im Durchschnitt 12 Jahre, sind also nicht viel verschieden von der Dauer der Sonnenfleckenperiode. Vielleicht wird eine einheitliche Berechnung aller auch nach 1858 angestellten Beobachtungen korrespondierender Augustmeteore eher entscheiden lassen, ob die vermutete Periodizität in den Meteorhöhen und damit in der Konstitution der Erdatmosphäre besteht oder nicht.

Zum Schlusse fühle ich mich verpflichtet, dem Herrn Hofrat Dr. E. Weiß für die wohlwollende Unterstützung, die mir bei dieser Arbeit von seiner Seite in reichem Maße zuteil wurde, wärmstens zu danken.



DER

MOSCHUSOCHS IM DILUVIUM EUROPAS UND ASIENS

VON

DR. RUD. KOWARZIK

EMERIT. ASSISTENTEN AM K. K. GEOLOGISCHEN INSTITUTE DER DEUTSCHEN UNIVERSITÄT IN PRAG

Mit 2 Tafeln, 2 Karten und 3 Textfiguren

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 19. JÄNNER 1911

Einleitung.

Seit mehreren Jahren fesselte das merkwürdige Genus *Ovibos* meine Aufmerksamkeit, was mich bewog, genauere Studien auf diesem Gebiete zu machen. Ein zweimonatlicher Aufenthalt in Berlin gab mir die Gelegenheit, im dortigen Museum für Naturkunde Klarheit in die verworrenen Angaben über den jetzt lebenden Moschusochsen zu bringen. Die Resultate dieser Arbeit, die in Prof. Dr. F. Römer's Werk »Fauna arctica« erschienen sind,[1] ließen es mir wünschenswert erscheinen, auch die fossilen Vertreter dieses Tieres in das Bereich meiner Untersuchungen zu ziehen.

Zunächst waren es die Funde des Moschusochsen im Diluvium von Europa und Asien, die ich zusammenfassend zu behandeln suchte. Doch bald trat mir eine große Schwierigkeit entgegen. Über viele wertvolle Funde war nur eine kurze Angabe zu finden, während einige sogar nur aus der namentlichen Aufführung in Sammlungskatalogen bekannt waren. Natürlich mußte ich vor allem trachten, mir die diesbezüglichen Originale zu verschaffen, um dieselben in erster Linie meiner Arbeit überhaupt zugänglich zu machen, dann aber durch Beschreibung und Abbildung in die Fachliteratur einzuführen.

In liebenswürdigster Weise trat mir eine ganze Anzahl von österreichischen und reichsdeutschen Sammlungen fördernd entgegen. Die königlich Geologische Landesanstalt in Berlin vertraute mir zwei wertvolle Originale an, einen noch unbeschriebenen Schädel von Niederlöhme bei Königswusterhausen und ein Schädeldachfragment von *Ovibos fossilis* Kow. non Rütim. (*Praeovibos priscus* Staudinger). Das geologisch-paläontologische Institut des Museums für Naturkunde in Berlin stellte mir das Original des Schädels vom Kreuzberge zur Verfügung sowie 2 Backenzähne vom Czernitzer Tunnel (Oberschlesien) und 1 vom Tunnel von Orlowietz bei Rybnik (Oberschlesien). Das geologisch-paläontologische Institut der Universität Breslau sandte mir den von F. Römer beschriebenen und allerdings nicht besonders gut

[1] Verlag Gustav Fischer, Jena, Bd. V, 1909.

abgebildeten Schädel aus Kamnig bei Münsterberg (Schlesien), vom vaterländischen Museumsverein in Olmütz erhielt ich den von Kříž beschriebenen Hirnschädel von Předmost (Mähren). Von der kaiserlichen russischen Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg erhielt ich ein genaues Verzeichnis aller daselbst befindlichen Reste vom Moschusochsen mit genauer Angabe des Fundortes. Der Magistrat der Stadt Aschersleben stellte mir vier Photographien des im städtischen Museum aufbewahrten Schädels zur Verfügung. Vom naturhistorischen Museum der Stadt Wiesbaden sandte mir Herr Kustos Ed. Lampe den daselbst befindlichen Schädel von Höchst am Main zur Untersuchung. Die Akademie der Wissenschaften in Krakau überließ mir zunächst Photographien und dann das Original des in der Höhle Murek bei Krakau gefundenen sehr wertvollen Schädels.

Allen meinen liebenswürdigen Förderern meinen herzlichsten Dank.

Außerdem fühle ich mich zur Dankbarkeit verpflichtet der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien gegenüber, die mir durch Subvention den Besuch des Budapester Nationalmuseums ermöglichte, und ganz besonders meinem früheren verehrten und allgemein beliebten Chef, Herrn Hofrat Prof. Dr. G. C. Laube, gegenüber, unter dessen Ägide diese Abhandlung entstand und dessen Übertritt in den Ruhestand für mich das Ende einer langen, glücklichen Arbeitszeit bedeutete.

Prag, am 6. Jänner 1911.

Rud. Kowarzik.

Literaturgeschichtliches.

Im XVII. Bande der »Novi Commentarii« im Jahre 1773 beschreibt P. S. Pallas die ersten zwei fossilen Schädel. Diese stammten vom Ob und wurden von dem genannten Autor dem *Bison americanus* zugeschrieben. Aus dem Zitat[1] ersieht man aber ganz deutlich, daß er unter diesem Namen den Moschusochsen meint, den eben Jeremie in diesem Werke beschrieben. Fast 30 Jahre vergingen, bis wieder ein neuer Fund dieses Tieres gemacht wurde. Im dritten Bande der Memoires de l'Academie imper. de St. Petersbourg beschreibt N. Ozeretskowsky einen Schädel, der im Jahre 1809 an der Mündung der Jana gefunden wurde. Bereits 1816 wurde der erste Schädel, auf deutschem Boden gefunden; es ist dies der Schädel vom Kreuzberg bei Berlin. Um das Jahr 1830 wurde ein Schädel bei Moskau entdeckt und von dieser Zeit an folgen sich die Funde immer häufiger, wahrscheinlich weil man sein Augenmerk besser als bisher auf diese Spezies richtete. In England fand man den diluvialen Moschusochsen zum ersten Male im Jahre 1855 bei Maidenhead; in Frankreich war es der Abbé Lambert, der im Jahre 1859 bei Viry-Noureuil den ersten Rest dieses Tieres bestehend aus einem Zahn fand, womit das Vorkommen auch im französischen Diluvium sichergestellt war. Der Fund eines Schädelfragmentes bei Předmost (Mähren) endlich reihte auch Österreich unter die Länder ein, die der vor den Eismassen zurückweichende Moschusochs aufgesucht hat. In neuester Zeit sind auch aus Schweden, der Schweiz und Ungarn Reste bekannt geworden.

Es ist leicht verständlich, daß mit dem Bekannterwerden der Reste des Moschusochsen auch das Interesse für die Zugehörigkeit desselben zu den noch lebenden Vertretern und die Verwandtschaftsverhältnisse den übrigen Hohlhörnern gegenüber stieg. Unvermeidlich war bei den damaligen wissenschaftlichen Verhältnissen das Zusammenwerfen des rezenten und fossilen *Ovibos* mit *Bos* und *Ovis* und es dreht sich — wie ich bereits in der literarischen Einleitung meiner Arbeit über den lebenden Moschusochsen gesagt habe — fast ein Jahrhundert lang der Kampf um die Frage, ob *Ovibos* ein *Bos* oder *Ovis* sei. Unter dem Einflusse dieser Stimmung entstanden drei größere Arbeiten: Richardson's »Zoology of Voyage«, B. Dawkins »A Monograph on the Pleistocene Mammalia« und Rütimeyer's »Die Rinder der Tertiärepoche«, die zerstreuten Anmerkungen in der übrigen Literatur gar nicht zu erwähnen, da sie sich ja meistens auf die drei genannten Autoren stützen. B. Dawkins kommt auf Grund seiner Untersuchungen zu der Ansicht, daß an der Zugehörigkeit des Moschusochsen zu den Schafen gar kein Zweifel aufkommen dürfe, ferner daß der diluviale Vertreter desselben sich nur im geringen von dem lebenden unterscheide. Es war Lönnberg vorbehalten, in seiner »Structure and Anatomy« teilweise Klarheit in diese Sache zu bringen. Ganz stimmen jedoch, wie ich in der »Fauna arctica« bewiesen habe, seine systematischen Schlüsse nicht, da ihm die Rassen des Moschusochsen teilweise unbekannt waren. Im nachfolgenden gebe ich eine Zusammenstellung der für die vorliegende Monographie in Betracht kommenden Arbeiten in alphabetischer Reihenfolge, wobei die wichtigsten Arbeiten fett gedruckt sind.

[1] P. Charlevoix: Histoire de la nouvelle France. Tom. III, p. 132.

Andrews, C. W.: Note on some recently discovered Remains of the Musk ox (*Ovibos moschatus* Zimmerman, p.) from the Pleistocene Beds of Southern England, Proceed. of Zoolog. Society, 1905, Vol. I, p. 50 bis 53, mit Abbild.

Anunčin, H.: Iskopaemyi ovce-byk. Dnevnik zoologičeskago odtělenija obšcestva i zoologčeskago muzeja 1890, p. 40 bis 49.

Bericht, XX. amtlicher des westpreußischen Provinzialmuseums in Danzig (1899) 1900, p. 13, mit Abbild.

Bernau, K.: Die geologischen Verhältnisse der Umgegend von Halle a. S., Halle 1906, p. 25.

Brandt-Woldřich: Diluviale europäisch-asiatische Säugetierfauna und ihre Beziehungen zum Menschen. Memoires de l'Academie Imperial des Scienc., St. Pétersbourg 1887, VII. Ser., Tom. XXXV, Nr. 10, p. 112 u. 113.

Bronn, H.: Klassen und Ordnungen des Tierreichs, 1874 bis 1908, VI, 5, I, Taf. XXXIII, Fig. 2, 2a u. 2*b*.

Cuvier, G.: Recherches sur les ossemens fossiles. 4. Edit. Paris 1835, p. 311 bis 319. Atlas. Tom. 2, Pl. 171, Fig. 15, 17; Pl. 172, Fig. 6, 7; Pl. 173, Fig. 9, 10.

Davies, W.: On some recently discovered teeth of *Ovibos moschatus* from Crayford, Kent. Geologic. Magazine. New ser., Dec. II, Vol. VI, p. 246 bis 248.

Dawkins, B.: The British Pleistocene Mammalia. Part I bis VI (V. *Ovibos*). Palaeontographical Society, London 1872, p. 1 bis 30, Pl. I bis V.

— On the alleged existence of *Ovibos moschatus* in the Forest-bed, and its range in space and time. Quarterly journal of the Geolog. Society, London 1883, Vol. XXXIX, p. 575 bis 581, mit Abbild.

— On a skull of *Ovibos moschatus* from the sea bottom. Quarterl. journ. of the Geol. Soc., London 1885, Vol. XLI, Part. 2, p. 242 bis 244, mit Abbild.

Ecker, A.: Über die prähistorische Kunst. Korrespondenzblatt der Deutschen Gesellschaft für Anthropologie, 1877, p. 103 bis 113.

— *Ovibos fossilis* (Rütimeyer) in dem quaternären Knochenlager von Langenbrunn. Archiv für Anthropologie, Bd. X, 1878, p. 328. (Vorläufige Mitteilung.)

— Zur Kenntnis der quartären Fauna des Donautales. Archiv für Anthropologie, Bd. X, 1878, p. 399 bis 403, Taf. XII.

Fischer de Waldheim: Oryctographie de Moscou.

Fraas, O.: Beiträge zur Kulturgeschichte aus schwäbischen Höhlen entnommen. Archiv für Anthropologie, Bd. V, 1872, p. 196.

Frech, Fr.: Quartäre Säugetiere im Mittelmeergebiete in Lethaea geognostica. Handbuch der Erdgeschichte, III. Teil, 2. Bd., Erste Abt., p. 25.

Freudenberg, W.: Die Rheintalspalten bei Weinheim an der Burgstraße aus tertiärer und historischer Zeit. Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, 1906, p. 699, Anmerkung.

Giebel: Mitteilungen an Professor Bronn gerichtet. Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, 1846, p. 460.

Gottsche, C.: Notiz über einen neuen Fund von *Ovibos*. Verhandlungen des Vereins für naturwissenschaftliche Unterhaltung. Hamburg 1877, Bd. IV, p. 236.

Gürich: Die Quartärfauna von Schlesien. 62. Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur (1884) 1885, p. 264.

Harlè Ed.: Un crane de boeuf musqué, des Eyzies (Dordogne). Bulletin de la Société géologique de France. IV. Ser., Tom. I, Paris 1901, p. 455 bis 458, mit Abbild.

Hescheler K.: Reste von *Ovibos moschatus* Zimm. aus der Gegend des Bodensees. Vierteljahrschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Bd. LII, 1907, p. 283 bis 288, Taf. XIII.

Hibsch, J. E.: Geologische Karte des böhmischen Mittelgebirges. Blatt IV (Aussig), Wien 1904, p. 67.

Kowarzik, R.: Der Moschusochs und seine Rassen. Fauna arctica von Professor F. Römer, Jena 1909, Bd. V.

Kříž, M.: Pižmon (*Ovibos moschatus* Blainville) na Moravě (Der Moschusochs in Mähren). Časopis moravského musea zemského (Zeitschrift des mährischen Landesmuseums). Brünn 1901, Sonderabdruck p. 1 bis 25, mit Abbild.

— Beiträge zur Kenntnis der Quartärzeit in Mähren. Steinitz 1903, p. 165 bis 167; 487 und 488.

Lartet, E.: Sur une portion de crane fossile d'Ovibos musqué (*Ovibos moschatus* Blainv.), trouvée par M. Dr. Eug. Robert dans le diluvium de Précy (Oise). Comptes rendus de l'Academ. des Scienc. 1864, Tom. LVIII, I, p. 1198 bis 1201.

— Note on *Ovibos moschatus* Blainville. Quarterly journ. of the Geolog. Society, London, Vol. XXI, 1865, p. 474 bis 476.

Lydekker, R.: Proceedings of Zoolog. Society. London 1900, p. 832.

Lyell, Ch.: Das Alter des Menschengeschlechtes auf der Erde und der Ursprung der Arten durch Abänderung, nebst einer Beschreibung der Eiszeit in Europa und Amerika. (Übersetzt von Büchner.) Leipzig 1864, p. 109.

Maška, K.: Der diluviale Mensch in Mähren. Programm der mährischen Landes-Oberrealschule in Neutitschein. Neutitschein 1886, Sonderabdruck, p. 61, 64.

Mehlis, C.: Korrespondenzblatt der Deutschen Gesellschaft für Anthropologie, XII, 1881 (Nr. 10), p. 137.

Michael, R.: Über einen Schädel von *Ovibos* aus dem Diluvium von Bielschowitz in Oberschlesien und das Alter der schlesischen Diluviallagerungen. Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, Bd. LIV, 1902, p. 12 bis 14.

Munthe, Henr.: Om ett fynd af kvartär myskox vid Nol i Bohuslän. Sveriges geologiska undersökning. Ser. *C*, Nr. 197, Stockholm 1905, p. 173 bis 189.

Nathorst, : Tva Somrar i Norra-Ishafnet, Stockholm, Bd. II.

Nehring, A.: Mitteilung an Professor H. B. Geinitz. Jahrbuch für Mineralogie etc., Bd. 1878, p. 843 bis 845.

— Übersicht über vierundzwanzig mitteleuropäische Quartärfaunen. Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, Bd. XXXII, 1880, p. 471, 493, 499, 503 und Übersichtstafel.

— Über einen *Ovibos*- und einen *Saiga*-Schädel aus Westpreußen. Sitzungsbericht der Gesellschaft naturforschender Freunde, Berlin 1899, p. 101.

Ossowski, G.: O szczątkach fauny dyluwijalnéj znalezionych w namuliskach jaskiniowych wąwozu mnikowskiego w r. 1881. Sprawozdanie komisyi fizyjograficznéj; T. XVII, Krakau 1883, p. 791 bis 803.

Owen, R.: Description of a fossil Cranium of the Musk-Buffalo (*Bubalus moschatus* Owen) from the »Lower-Level-Drift« at Maidenhead, Berkshire. Quaterly journ. of the Geolog. Soc., London 1856, Vol. XII, p. 124 bis 130.

Ozeretskowsky, M.: Remarques sur le crane du Bison musque. Mémoires de l'Academ. de Scienc. de St. Pétersbourg, Bd. III, 1811, p. 215 bis 219, Taf. VI.

Pallas, P. S.: De reliquis animalium exoticorum per Asiam borealem repertis complementum. Novi Commentarii Academ. scient. imper. Petropolitanae, Bd. XVII (1772) 1773, p. 601 bis 606 mit Taf. XVII.

Pavlow, M.: Etudes sur l'histoire paléontologique des Ongulés, IX. Sélénodontes posttertiaires de la Russie. Memoires de l'Académie imper. des Sciences de St. Pétersbourg, VIII. Ser., Vol. XX, 1906, Nr. 1, p. 1 bis 89, Taf. I bis VIII.

Pohlig, H.: Verhandlung des Naturhistor. Vereines der preuß. Rheinlande und Westfalens, 45. Jahrg. 1888, p. 19 u. 20.

Quenstedt: Handbuch der Petrefaktenkunde, 1852, p. 64.

Richardson, J.: Zoology of Voyage of H. M. S. Herald. Vertebrata includ. fossil. Mammalia, 1854, p. 6.

Roemer, Ferd.: Über das Vorkommen des Moschusochsen (*Ovibos moschatus*) im Diluvium Schlesiens. Zeischr. d. Deutschen geolog. Gesellsch., Bd. XXVI, 1874, p. 600 bis 604.

Roemer, Ferd.: Notiz über das Vorkommen des Moschusochsen (*Ovibos moschatus* Blainv.) im Löß des Rheintales. Zeitschr. d. Deutschen geolog. Gesellsch., Bd. XXIX, 1877, p. 592 u. 593.

Rütimeyer, L.: Versuch einer natürlichen Geschichte des Rindes in seinen Beziehungen zu den Wiederkäuern im allgemeinen. I. Teil, 1866, Taf. I, Fig. 20, 21, 23, 34. II. Teil, 1867, p. 6 bis 20.

— Beiträge zu einer paläontologischen Geschichte der Wiederkäuer, zunächst an Linné's Genus *Bos*. Verh. d. Naturforsch. Gesellsch. Basel, Teil IV, 1866, 2. Heft, p. 326 bis 328.

— Die Rinder der Tertiärepoche nebst Vorstudien zu einer natürlichen Geschichte der Antilopen. Abhandlungen der Schweiz. pal. Gesellschaft, Bd. IV, 1877, Bd. V, 1878.

Schaaffhausen: Korrespondenzblatt d. Deutschen Gesellschaft für Anthropologie, 1879, Nr. 10, p. 124 bis 126 mit Abb.

— Verhandlung d. Naturhist. Vereines d. preuß. Rheinlande u Westfalens. Jahrg. XXXVI, 1879, p. 179.

— Über einen neuen Fund eines fossilen Schädels von *Bos moschatus* zu Vallendar. Verhandl. d. Naturhist. Vereines d. preuß. Rheinlande u. Westfalens, Jahrg. XLI, 1884, Sitzber., p. 79.

Schmid, E. E.: *Bos Pallasi* (Dek.) im alten Saal-Geschiebe bei Jena. Neues Jahrb. f. Mineralog. etc., 1863, p. 541.

Schmidt, Fr.: Wissensch. Resultate der zur Aufsuchung eines angekündigten Mammutkadavers von der kais. Akad. der Wissensch. an den unteren Jenissei ausgesandten Exped. Mémoires de l'Acad. Imper. d. Scienc. de St. Pétersbourg 1872, II. Ser., Tom. XVIII, p. 35.

Schwarze, G.: Über das Vorkommen fossiler Knochen am Unkelstein. Verhandl. d. Naturhist. Vereines d. preuß. Rheinlande u. Westfalens, Jahrg. XXXVI, 1879, p. 132 bis 136.

Schweder, G.: Korrespondenzblatt d. Naturf. Vereines in Riga, Bd. XXXI, 1888, p. 62 bis 67, Taf. I bis IV.

Staudinger, W.: *Praeovibos priscus* nov. gen. et nov. sp., ein Vertreter einer *Ovibos* nahestehenden Gattung aus dem Pleistocän Thüringens. Zentralblatt f. Mineralog. etc., 1908, Nr. 16, p. 481 bis 502 mit Abbild.

Struckmann, C. Notiz über das Vorkommen des Moschusochsen (*Ovibos moschatus*) im diluvialen Flußkies von Hammeln a. d. Weser. Zeitschrift d. Deutschen geolog. Gesellsch., Bd. XXXIX, 1887, p. 601 bis 604, Taf. XXVI.

— Urgeschichtliche Notizen aus Hannover. I. Über den Fund eines Schädels von *Ovibos moschatus* im diluvialen Flußkies bei Hameln a. d. Weser. Arch. f. Anthrop., Bd. XVIII, 1889, p. 171 u. 172, Taf. V.

Teplouchoff, A. E.: Moschusochse. Arch. f. Anthrop., Bd. XVI, 1886, p. 519 bis 521 m. Abbild.

Tscherski, J. D.: Wissensch. Resultate der von der kais. Akad. d. Wissensch. zur Erforschung des Janalandes und der Neusibirischen Inseln in den Jahren 1885 und 1886 ausgesandten Expedition. Mémoires de l'Acad. imper. des Scienc. de St. Pétersbourg 1892, VII. Ser., Tom. XL, Nr. 1, p. 153 bis 186.

Wankel, H.: První stopy lidské na Moravě (Die ersten Menschenspuren in Mähren). Časopis muzejního spolku olomuckého. Olmütz, Jahrg. I, 1884, p. 145.

Woldřich, J. N.: Diluviale Funde in den Prachower Felsen bei Jičin in Böhmen. Jahrb. der k. k. Geolog. Reichsanstalt in Wien, Bd. XXXVII, 1887, p. 229 u. 230.

I. Bisherige Funde des diluvialen Moschusochsen.

Gleich bei Beginn der vorliegenden Arbeit machte sich die Notwendigkeit geltend, ein Verzeichnis sämtlicher bisher gefundener Reste des fossilen *Ovibos* anzufertigen. Dies bot jedoch große Schwierigkeiten. Die Literaturnachweise sind sehr spärliche, oft finden sich nur namentliche Aufzählungen in Verzeichnissen sowie Faunenübersichten. Bezüglich der deutschen Funde kam mir die Arbeit W. Staudingers zu statten, der ein Verzeichnis sämtlicher auf deutschen Boden gefundener Reste des Moschusochsen angefügt ist. Wie sehr sich aber solche Verzeichnisse ändern, wird wohl am besten aus dem Umstand ersichtlich, daß ich zu den dort angeführten 25 Fundorten noch sechs weitere anführen kann, obwohl erst drei Jahre seit der Veröffentlichung der genannten Arbeit verflossen sind. Ich habe also in mühseliger Arbeit die Literatur nach Fundorten durchgesucht und gebe auf den folgenden Seiten ein vollständiges Verzeichnis derselben, wobei ich der Übersichtlichkeit halber gleich die Literatur zitiere.

Verzeichnis sämtlicher bisher in Europa und Asien gemachten Funde des diluvialen Moschusochsen.

Nr.	Art des Fundes	Fundort	Aufbewahrungsort	Literatur über den jeweiligen Fund
		A. Sibirien.		
1	Schädel samt Hornscheiden, erwachsenes ♂	Mündung der Jana	Zoologisches Museum der kaiserlichen Akademie in St. Petersburg	N. Ozeretskovsky: Mémoires de l'Académie imperiale des Sciences de St. Pétersbourg, Tom. III, 1811, p. 215 bis 218, Tab. IV. J. D. Tscherski: Mémoires de l'Académie imperiale des Sciences de St. Pétersbourg, Tom. XL, 1892, Nr. 1, p. 153 bis 159.
2	Gehirnschädel, erwachsenes ♂	Ssularr an der Jana	Ehemals Sammlung Dr. Bunge's St. Petersburg, jetzt wie oben	detto
3	Gehirnschädel, junges ♂	Einige Werst oberhalb der Mündung des Ünjughen	detto	detto
4	Gehirnschädel, erwachsenes ♂	Ljachow-Insel	detto	detto

Nr.	Art des Fundes	Fundort	Aufbewahrungsort	Literatur über den jeweiligen Fund	
5	Gehirnschädel, erwachsenes ♂	Mündung der Lena	Zoologisches Museum der kaiserlichen Akademie in St. Petersburg	J. D. Tscherski: Mémoires de l'Académie imperiale de Sciences de St. Pétersbourg, Tom. XL, 1892, Nr. 1, p. 153 bis 159	
6	detto	Pit-Fluß, System des Jenissei	detto	detto	
7	detto	Umgebung von Tjumen	detto	detto	
8	Schädel beschädigt, erwachsenes ♂	Beresow am Ob	detto	Pallas: Novi Commentarii Academ. Petropolitan., Tom. XVII, 1772, p. 601 bis 606	
9	Schädel	50 russische Stadien oberhalb Obdorsk am Ob	detto	detto	
10	Schädel samt Hornscheiden, erwachsenes ♂	Lena oberhalb Kiremsk		H. Anučin: Iskopaemyi ovce-byk. Dnevnik zoologičeskago otdělenija obšcestva i zoologičeskago muzeja 1890, p. 40 bis 49, Taf. I	
11	Schädel, erwachsenes ♂	Tolsty noss bei Turuchansk (Gouvernement Jenissei)	Zoologisches Museum der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg	M. Pavlow: Mémoires de l'Académie imperiale des Sciences de St. Pétersbourg, VIII. Ser., Vol. XX, Nr. 1, p. 85 bis 89, Pl. VI, Fig. 8 bis 18	
12	Schädelfragment, ♂	Neusibirische Inseln	detto	Briefliche Mitteilung von seiten der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg	
13	detto	Nordwestsibirien (am Ob-Flusse gefunden)	detto	detto	
14	Schädelfragment	Rechtes Ufer des Jenissei (6 Werst von der Station Baklanowskaja, stromaufwärts)	detto	detto	
15	Unterkiefer-fragment	Kolyma-Fluß	detto	detto	
4	Unterkieferhälfte	Ljachow-Insel	Ehemals Sammlung Bunge, jetzt Zoologisches Museum der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg	J. D. Tscherski: Mémoires de l'Académie imperiale des Sciences de St. Petersbourg, Tom. XL, 1892, Nr. 1,	p. 153, 159 u. 160
4	2 Unterkieferhälften-fragmente	detto	detto	detto	p. 153, 159 u. 160
16	Unterkiefer	Lena-Mündung	detto	detto	p. 153, 159 u. 160
17	detto	Insel Neusibirien	detto	detto	p. 153, 159 u. 160

Nr.	Art des Fundes	Fundort	Aufbewahrungsort	Literatur über den jeweiligen Fund	
4	Epistropheus	Ljachow-Insel	Ehemals Sammlung Bunge, jetzt Zoologisches Museum der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg	J. D. Tscherski: Mémoires de l'Académie imperiale des Sciences de St. Pétersbourg, Tom. XL, 1892, Nr. 1,	p. 160, 161 u. 162
4	4. 6. Halswirbel	detto	detto	detto	p. 162 u. 163, Taf. III, Fig. 4 u. 5
4	3 Brustwirbel	detto	detto	detto	p. 162, 163
4	R. u. 2 l. Radius	detto	detto	detto	p. 163, 164
4	L. Os naviculare	detto	detto	detto	p. 164
4	2 r. Os lunatum	detto	detto	detto	p. 164
4	L. Os lunatum	detto	detto	detto	p. 164
4	L. u. r. Os capitatum	detto	detto	detto	p. 164
4	R. Os hamatum	detto	detto	detto	p. 164
4	8 r. Matacarpalia	detto	detto	detto	p. 164, 165
4	6 l. Matacarpalia	detto	detto	detto	p. 164, 165, Taf. IV, Fig. 6
4	L. Tibia	detto	detto	detto	p. 165, 166 u. 167
4	13 r. u. 12 l. Astragalus	detto	detto	detto	p. 167 bis 178, Taf. IV, Fig. 3, 4
4	2 r. u. 2 l. Ossa scaphocuboidea	detto	detto	detto	p. 178, 179
4	Fragment eines l. Os scaphocuboideum	detto	detto	detto	p. 178, 179
4	4 r. u. 4. l. Metatarsalia	detto	detto	detto	p. 179 bis 183, Taf. IV, Fig. 5
4	I. Phalanx der vorderen Extremität, 2 l. äußere u. 3 l. innere	detto	detto	detto	p. 182 bis 185

Nr.	Art des Fundes	Fundort	Aufbewahrungsort	Literatur über den jeweiligen Fund	
4	I. Phalanx der vorderen Extremität, r. äußere	Ljachow-Insel	Ehemals Sammlung Bunge, jetzt Zoologisches Museum der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg	J. D. Tscherski: Mémoires de l'Académie imperiale des Sciences de St. Pétersbourg, Tom. XL, 1892, Nr. 1,	p. 182 bis 185
4	I. Phalanx der hinteren Extremität, 2 r. u. 4 l. äußere	detto	detto	detto	p. 182 bis 185
4	I. Phalanx der hinteren Extremität, l. innere	detto	detto	detto	p. 182 bis 185
4	II. Phalanx, 3 Stück	detto	detto	detto	p. 186.
4	58 Zähne	detto	detto	detto	p. 153.
17	11 Zähne des Oferkiefers von einem Individuum	Insel Neusibirien	Zoologisches Museum der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg	Briefliche Mitteilung der kaiserlichen russischen Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg	
18	Hornscheiden	Sagastyr	detto	detto	
19	detto	Jana	detto	detto	
20	I. Molar sin. des Oberkiefers	Gouvernement Tomsk	detto	detto	
21	Horn	Boganida	Ehemals Sammlung Bunge, jetzt Zoologisches Museum der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg	Fr. Schmidt: Mémoires de l'Académie imperiale des Sciences de St. Petersbourg, 1872, VII. Serie, Tom. XVIII, p. 35	
22	Moschusochs, wohlerhalten, mit Haut und Haaren	Gr. Ljachow-Insel	detto	A. Bunge: Beiträge zur Kenntnis des russischen Reichs und der angrenzenden Länder Asiens, 3. Folge, Bd. III, St. Petersburg, 1887, p. 253 u. 254	

B. Europäisches Rußland.

Nr.	Art des Fundes	Fundort	Aufbewahrungsort	Literatur über den jeweiligen Fund
23	Schädel, beschädigt, erwachsenes ♂	Maikor an der Kemolka, Gouvernement Perm		A. E. Teplouchoff: Archiv für Anthropologie, Bd. XVI, 1886, p. 519 bis 521, mit Abbild.
24	detto	Witebsk	Museum des Naturforschenden Vereines in Riga	G. Schweder: Korrespondenzblatt des Naturforschenden Vereines in Riga, Bd. XXXI, 1888, Sonderabdruck, p. 1 bis 6, Taf. I bis IV

Nr.	Art des Fundes	Fundort	Aufbewahrungsort	Literatur über den jeweiligen Fund
24	Schädel, beschädigt, erwachsenes ♂	Maikor an der Kemolka, Gouvernement Perm	Prof. Dr. G. v. Max, München	G. Schweder: Korrespondenzblatt des Naturforschenden Vereines in Riga. Bd. XXXI, 1888, Sonderabdruck, p. 1 bis 6, Taf. I bis IV
25	detto	Moskau	Abguß im Museum der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg	G. Fischer v. Waldheim: Oryctographie de Moscou, p. 316 J. Tscherski: Mémoires de l'Académie imperiale des Sciences de St. Pétersbourg, VII. Ser., Tom. XL, Nr. 1, p. 155, 156 u. 159
26	Schädel, beschädigt	Dorf Sbranky (Owrutscher Kreis) Wolhynien		P. Armaschewsky: Discours et compte rendu du VI. Congrès des Natural. à St. Pétersbourg 1880, p. 334 G. Schweder: Korrespondenzblatt des Naturforschervereins in Riga, Bd. XXXI, 1888, Separatabdr. p. 5
26	detto	Von ebendaselbst	Universität Kiew	M. Pavlow: Memoires de l'Académie imperiale des Sciences de St. Pétersbourg, VIII. Ser., Tom. XX, Nr. 1, p. 85
27	Schädel, beschädigt, erwachsenes ♂	Näherer Fundort unbekannt, wahrscheinlich aus dem europäischen Rußland	Museum der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg	J. D. Tscherski: Mémoires de l'Académie imperiale des Sciences de St. Pétersbourg, VII. Ser., Tom. XL, Nr. 1, p. 154, 155 u. 159
28	Schädelfragment	Wolgafluß bei Sormowa	detto	Briefliche Mitteilung der kaiserlichen russischen Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg
		C. Österreich.		
29	Schädel, beschädigt, erwachsenes ♂ Prämolar 1 bis 3, Phalanxfragment, Radius	Prachower Felsen bei Jičin, Böhmen	Kgl. Böhm. Landesmuseum Prag	Joh. N. Woldřich: Jahrbuch der k. k. Geolog. Reichsanstalt Wien, Bd. XXXVII, 1887, p. 229 u. 230 mit Abbild.
30	Gehirnschädelfragment, erwachsenes ♂	Předmost bei Prerau, Mähren	Museum für vaterländische Naturkunde in Olmütz	M. Kříž: Pižmoň (*Ovibos moschatus* Blainville) na Moravě (Der Moschusochs in Mähren). Zeitschrift des mährischen Landesmuseums (tschechisch) Brünn 1901, p. 1 bis 25, mit Abbild.
31	detto	Höhle Murek bei Mnikow bei Krakau	Museum der Akademie der Wissenschaften in Krakau	G. Ossowski: Sprawozdanie komisyi fizyjograficznej akademyi umiejętności w Krakowie (Krakau), Tom. XVII, 1883, p. 91 bis 103 R. Kowarzik: Siehe diese Arbeit p. 26 u. 27 [530 u. 531].
32	Phalanx?	Čertova díra bei Stramberg, Mähren		K. J. Maška: Der diluviale Mensch in Mähren. Neutitschein 1886, p. 61, 64
32	Extremitätknochen?	detto		detto
33	Zähne	Býčí skála bei Adamsthal, Mähren		H. Wankel: Časopis muzejního spolku olomuckého. Olmütz, Jahrg. I, 1884, p. 145
33	Kieferfragment?	detto		detto
34		Ziegelei bei Aussig, Böhmen		J. E. Hibsch: Geologische Karte des böhmischen Mittelgebirges, Blatt IV (Aussig), Wien 1904, p. 67

Nr.	Art des Fundes	Fundort	Aufbewahrungsort	Literatur über den jeweiligen Fund
		D. Deutschland.		
35	Gehirnschädel mit Orbiten	Kiesgrube bei Frankenhausen (Kyffhäuser)	Städtisches Museum Weimar	W. Staudinger: Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Jahrg. 1908, Nr. 16, p. 481 bis 502, mit Abbild.
36	Schädeldach-fragment	Bielschowitz (Oberschlesien)	Geologische Landesanstalt Berlin	R. Michael: Zeitschrift d. Deutsch. geolog. Gesellsch., Bd. LV, 1902, Verhandl. p. 12 u. 13
37	Gehirnschädel-fragment, erwachsenes ♂	Kreuzberg bei Berlin	Geologisches Universitätsinstitut Berlin	Quenstedt: Handbuch der Petrefaktenkunde, 1852, p. 64 Lyell: Alter des Menschengeschlechtes, 3. Aufl. 1864, p. 109 R. Kowarzik: Siehe die vorliegende Arbeit, p. 31 bis 33 [535 bis 537], Taf. II, Fig. 3, 4.
38	Gehirnschädel, erwachsenes ♂	Bedra bei Merseburg	Geolog.-miner. Universitätsinstitut Halle a. d. S.	C. G. Giebel: Neues Jahrbuch für Mineralogie etc., 1846, p. 460 Bronn: Klassen und Ordnungen des Tierreiches, VI, 5, I, 1874 bis 1908, Taf. XXXIII, Fig. 2, 2*a*, 2*b*
39	detto	Hohe Saale zwischen Wenigenjena und Kunitz	Mineralogisches Universitätsinstitut Jena	E. E. Schmidt: Neues Jahrbuch für Mineralogie etc., 1863, p. 541
40	detto	Schlesien, Kamnig bei Münsterberg	Geologisches Universitätsinstitut Breslau	F. Römer: Zeitschrift d. Deutsch. geolog. Gesellsch., Bd. XXVI, 1874, p. 600 bis 604, mit Abbild. Gürich: 62. Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur, (1884) 1885, p. 264
41	detto	Kiesgrube bei Dömitz in Mecklenburg	Naturhistorisches Museum Lübeck	C. Gottsche: Zeitschrift d. Deutsch. geolog. Gesellsch., Bd. XXX, 1878, p. 563 — Verhandlung. des Vereines für naturwissensch. Unterhaltung. Hamburg, Bd. IV (1877) 1879, p. 235 bis 238, Taf. I
42	detto	Prohlis bei Dresden	Kgl. Miner.-geolog. Museum zu Dresden	K. Wanderer: Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft »Isis« in Dresden, 1909, Heft II, p. 79 bis 85, Taf. III
43	Schädelfragment und Extremitäten-knochen, erwachsenes ♂	Löß des Unkelstein bei Remagen	Provinzialmuseum Bonn (Gehirnschädel); Zoolog. Institut der landw. Hochschule Berlin (Oberkiefer und Extremitätenknochen)	F. Römer: Zeitschrift d. Deutsch. geolog. Gesellschaft, Bd. XXIX, 1877, p. 592 bis 593 Schwarze: Verhandl. d. Naturhist. Vereines der preuß. Rheinlande und Westfalens, 36. Jahrg. 1879, p. 132 bis 136
44	Schädelfragment, erwachsenes ♂	Diluvialer Mergel über einem Steinbruch bei Langenbrunn (obere Donau)	Naturalienkabinett Stuttgart	A. Ecker: Archiv f. Anthropologie, Bd. X, 1878, p. 328, 399 bis 403, Taf. XII, Fig. 1 u. 2
45	Gehirnschädel, erwachsenes ♂	Moselweiß bei Koblenz	Provinzialmuseum Bonn	Schaaffhausen: Verhandl. d. Naturh. Verein. d. preuß. Rheinlande und Westfalens, 36. Jahrg. 1879, p. 178 — Korrespondenzblatt d. Deutschen Gesellschaft für Anthropologie 1879 (Nr. 10), p. 124 bis 126, mit Abbild.

Nr.	Art des Fundes	Fundort	Aufbewahrungsort	Literatur über den jeweiligen Fund
46	Oberschädel-fragment, erwachsenes ♂	Vallendar am Rhein	Provinzialmuseum Bonn	Schaaffhausen: Verhandl. d. naturh. Verein. d. preuß. Rheinlande und Westfalens, 41. Jahrg. 1884, Sitzungsberichte, p. 79
47	Schädeldach, erwachsenes ♀	Hameln an der Weser	Provinzialmuseum Hannover	C. Struckmann: Zeitschrift der Deutsch. geologischen Gesellschaft, Bd. XXXIX, 1887, p. 601 bis 604, Taf. XXVI, Fig. 2 — Archiv für Anthropologie, Bd. XVIII, 1889, p. 171 und 172
48	Schädelfragment	Möchern bei Leipzig (?)	Zoologisches Universitätsinstitut Leipzig	H. Pohlig: Verhandlungen d. Naturh. Vereines d. preuß. Rheinlande und Westfalens, 45. Jahrg. 1888, p. 19 und 20
49	Gehirnschädel, junges ♂	Schönau bei Schwetz	Westpreußisches Provinzialmuseum Danzig	A. Nehring: Sitzungsberichte d. Gesellsch. naturforsch. Freunde, Berlin 1899 (Nr. 6), p. 101 — XX. amtlicher Bericht des westpr. Provinzial-museums Danzig, (1899) 1900, p. 13, mit Abbild.
50	Gehirnschädel-fragment, (erwachsenes ♂)	Pleikartsförsterhof bei Heidelberg	Stratigraph.-paläont. Universitätsinstitut Heidelberg	W. Freudenberg: Zentralblatt für Mineralogie etc., 1906, p. 699, Anmerkung
51	detto	Höchst am Main	Städtisches Museum Wiesbaden	R. Kowarzik: Siehe diese Arbeit p. 38 u. 39 [542 u. 543].
52	Gehirnschädel, erwachsenes ♂	Niederlöhme bei Königswusterhausen	Geologische Landesanstalt Berlin	R. Kowarzik: Siehe diese Arbeit p. 39 u. 40 [543 u. 544]. Taf. I, Fig. 5, 6
53	Gehirnschädel-fragment, erwachsenes ♂	Aschersleben	Städtische Sammlung Aschersleben	Von E. Wüst erkannt R. Kowarzik: Siehe diese Arbeit p. 40 [544].
54	Backenzahn M_2 inf.	Thiede	Zoologisches Institut der landw. Hochschule Berlin	A. Nehring: Neues Jahrbuch für Mineralogie etc., 1878, p. 844 und 845 — Zeitschrift der Deutschen geolog. Cesellschaft, Bd. XXXII, 1880, p. 471
55	2 Backenzähne	Czernitzer Tunnel, Oberschlesien	Geolog. palaeontolog. Institut des Mus. f. Naturkunde Berlin	R. Kowarzik: Siese diese Arbeit p. 41 [545].
56	1 Backenzahn	Tunnel bei Orlowietz bei Rybnik, Oberschlesien	detto	R. Kowarzik: Siehe diese Arbeit p. 41 [545].
57	Atlas	Trotha bei Halle	Geolog.-mineralog. Universitätsinstitut Halle a. d. S.	Nach Nehring ♀ K. Bernau: Die geologischen Verhältnisse der Umgegend von Halle a. d. S., Halle a. d. S. 1906, p. 25
58	Wirbel (4 Halswirbel und 1 Brustwirbel)	Schönwarling, Kreis Dirschau (Westpreußen)	Privatbesitz Direktor Hoyer, Demmin	Von Meißner und W. Staudinger bestimmt

Nr.	Art des Fundes	Fundort	Aufbewahrungsort	Literatur über den jeweiligen Fund
59	Lendenwirbel-fragment	Kiesgrube Körner bei Rixdorf	Privatbesitz W. Staudinger, Halle a. d. S.	Von W. Staudinger bestimmt
60	Metacarpale sin.	Niederlöhne bei Königswusterhausen. Rixdorfer Horizont	Geologische Landesanstalt Berlin	Von W. Staudinger bestimmt
61	detto	(Thüringen?)	Geolog.-mineralog. Universitätsinstitut Halle a. d. S.	Von W. Staudinger bestimmt
62	(?) 3 Zähne	»Wildscheuer« bei Steeten a. d. Lahn	Städtisches Museum Wiesbaden oder Senckenberg. Museum Frankfurt a. M.	A. Nehring: Zeitschrift der Deutsch. geol. Gesellsch., Bd. XXXII, 1880, p. 499 u. 500
44	Zähne	Diluvialer Mergel über einem Steinbruch bei Langenbrunn (obere Donau)	Naturalienkabinett Stuttgart	A. Ecker: Archiv f. Anthropologie, Bd. X, 1878, p. 403
63	(?) Extremitäten-knochen	»Hohlefels« im Achtal	(Stuttgart?)	O. Fraas: Archiv f. Anthropologie, Bd. 5, 1872, p. 196
64	(?) Knochenstück	Kirchheim a. d. Eck		C. Mehlis: Korrespondenzblatt der Deutschen Gesellschaft für Anthropologie, 12, 1881 (Nr. 10), p. 137
		E. England.		
65	Gehirnschädel, beschädigt, kleines erwachsenes ♂	Maidenhead a. d. Themse	British Museum London	R. Owen: Proceedings of the Geological Society London, Vol. XII, p. 124 bis 131 mit Abbild. — British Association Reports, 1856, Transact. Sect., p. 72
66	Schädelfragment, erwachsenes ♂	Green Street Green bei Bromley, Kent	detto	B. Dawkins: Palaeontographical Society, London 1872. The British pleistocene Mammalia, Part V, p. 19
67	Gehirnschädel-fragment, Basalteil	Barnwood bei Gloucester		detto
68	Gehirnschädel, erwachsenes ♂	Crayford in Kent	Museum of the Geological Survey London	B. Dawkins: Palaeontographical Society London, 1872. The British pleistocene Mammalia, Part V, p. 22 bis 27, Taf. I, Fig. 1, Plat. II bis IV
69	Schädelfragment	Trimingham bei Cromer, Norfolk	Sammlung F. Buxton, London	B. Dawkins: The quaterly journal of the Geological Society London, Vol. XXXIX, 1883, p. 575 bis 581 mit Abbild.
70	Schädelfragment, erwachsenes ♂	Meresgrund an der Küste Ostenglands, Doggerbank	University Museum of Zoology and comparative Anatomy of Cambridge	B. Dawkins: The quaterly journal of the Geological Society London, Vol. XLI, 1885, p. 242 bis 244 mit Abbild.

Nr.	Art des Fundes	Fundort	Aufbewahrungsort	Literatur über den jeweiligen Fund
71	Gehirnschädel-fragment, erwachsenes ♂	Freshford bei Bath	Sammlung von Charles Moore	B. Dawkins: Palaeontographical Society London 1872. The British pleistocene Mammalia, Part V, p 19 bis 21, Pl. V, Fig. 1
71	detto ♀	detto	detto	detto
72	Schädel, beschädigt, erwachsenes ♂	Frampton on Severn, Gloucestershire	British Museum London	C. W. Andrews: Proceedings of the Zoological Society of London 1905, Vol. I, Part I, p. 51 bis 53 mit 2 Abbild.
73	Epistropheus, l. Ulna, r. Femurstück	Plumstead, Süd-england	British Museum London	C. W. Andrews: Proceedings of the Zoological Society of London, 1905, Vol. I, Part I, p. 50 u. 51 mit Abbild.
74	Nasenbein, Tibia Astragalus	Fisherton		B. Dawkins: Palaeontographical Society London, 1872. The British pleistocene Mammalia, Part V, p. 21 u. 22 Stevens: Flint ships, 1870, p. 16 u. 30
68	3 Molaren und IV. Prämolar, rechts	Crayford in Kent		W. Davies: Geological Magazine. New series, Dec. II, Vol. VI, London 1879, p. 246 bis 248
		F. Frankreich.		
75	Schädelfragment, nicht erwachsenes ♀	Précy bei Creil, Oise		Ed. Lartet: Comptes rendus hebdomaires des séances de l'Académie des Sciences, Tom. LVIII, 1864, P. I, p. 1198 bis 1201
76	Zahn, Molar	Viry-Noureuil bei Chauny		Ed. Lartet: Comptes rendus hebdomaires des séances de l'Académie des Sciences, Tom. LVIII, 1864, P. I, 1199 — Annales des Sciences naturelles, 4. serie Zoologie, Tom. XV, p. 224
77	Hufphalange und 7 Knochen der hinteren Extremitäten	Gorge d'Enfer, Dordogne		Ed. Lartet: Proceedings of the Geological Society of London, Tom. XXI, 1865, p. 475
78	Schädelfragment	Eyzies (Dordogne)		Ed. Harlè: Bulletin de la Société géologique de France, IV. Ser., Tom. I, Paris 1901, p. 455 bis 458. mit Abbild.
		G. Schweden.		
79	Tibiafragment	Nol in Bohuslän		Henr. Munthe: Sveriges geologiska undersökning. Ser. C, Nr. 197, Stockholm 1905, p. 173 bis 189

Nr.	Art des Fundes	Fundort	Aufbewahrungsort	Literatur über den jeweiligen Fund
		H. Schweiz.		
80	5. Halswirbel	Kiesgrube beim »Jakob« in der Nähe von Konstanz	Rosgartenmuseum Constanz	H. Hescheler: Vierteljahrschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Bd. LII, 1907, p. 283 bis 288, Taf. XIII
		Nachtrag.		
		I. Ungarn.		
81	Schädelfragment	Lipowetzer Höhle, Komitat Trencsin	Nationalmuseum in Budapest	Fritz Frech: Lethaea geognostica. Handbuch der Erdgeschichte, III. Teil, 2. Bd., erste Abteilung, p. 35 Rud. Kowarzik: Siehe diese Arbeit p. 49 [553].

Aus der vorstehenden tabellarischen Übersicht ergibt sich zunächst für die Zahl der Fundorte die stattliche Ziffer 81. Aus ihnen wurden zutage gefördert 1 Moschusochs mit Haut und Haaren, 55 Schädel und Schädelfragmente, 15 einzelne Hornscheiden, 5 Unterkiefer, 14 Wirbel und mehrere hundert Zähne, Extremität- und sonstige Knochen. An der Hand dieses reichen Materiales ist es möglich, das ganze Skelet des diluvialen Tieres ohne Gefahr eines großen Irrtumes zusammenzustellen.

Ich habe bereits in der Einleitung erwähnt, daß die in Betracht kommende Literatur viel zu mangelhaft war, um die notwendigen Vergleiche zwischen den einzelnen gefundenen Schädeln und -Teilen durchführen zu können. Es war deshalb mein Bestreben vor allem darauf gerichtet, alle mangelhaft bekannten oder wenig gewürdigten Originale durch Beschreibung und Abbildung der Beurteilung zugänglich zu machen. Diesem Zwecke habe ich die nachfolgenden Seiten gewidmet.

Fund 1.

Ein wohlerhaltener Schädel mit Hornscheiden wird von N. Ozeretskowsky beschrieben. Er stammt von der Mündung der Jana und gelangte im Jahre 1809 durch den Grafen N. P. Roumiantzow in die kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Petersburg. Mit Ausnahme der äußersten Enden der Prämaxilla und des Oberkiefers sowie der Basis der Hornzapfen zeigen die übrigen Teile des Schädels keine Verletzungen. Ozeretskowsky betont diesen guten Erhaltungszustand, indem er den gefundenen Schädel mit einem von der kundigen Hand eines Anatomen mazerierten vergleicht.

Die beiden Abbildungen auf Taf. VI sind wohl im allgemeinen gut, zeigen jedoch einige Fehler, die das Original nicht haben kann· In Fig. 1 sind die Hörner so gezeichnet, daß die letzte Biegung derselben vor der Schnauze zu liegen käme. Ich habe unter den vielen Moschusochsenschädeln, die ich untersucht habe, nicht einen einzigen gefunden, der diese Verhältnisse auch nur annähernd gezeigt hätte. Daß einzig und allein eine Verzeichnung vorliegt, kann man auch aus der Fig. 2 entnehmen, auf der die Hörner den ganz entgegengesetzten Verlauf zeigen wie in Fig. 1. Ungenau ist auch in der letzteren der Verlauf der Nasenstirnbeinnaht. Auf dem Bilde ist sie als ungefähr gerade Linie gezeichnet, während sie tatsächlich anders verläuft.

Dagegen findet sich in Fig. 1 etwas dargestellt, was Ozeretskowsky in der Beschreibung gar nicht erwähnt, nämlich die Tränengrube. Diese bildet am Tränenbeine eine deutliche Vertiefung, die — wenigstens auf der linken Seite — deutlich von einer Knochenwucherung überragt wird. Auf die Wichtigkeit dieser Sache werde ich im vergleichenden Teile genauer zu sprechen kommen. Weiters finden sich noch in der Fig. 2 einige Ungenauigkeiten, indem z. B. die Fossa sphaenomaxillaris nicht deutlich zum Ausdruck gelangt ist.

Von großer Bedeutung sind die Maßangaben und da ich einige für den vergleichenden Teil brauche, gebe ich diese hier wieder, natürlich in Millimeter umgerechnet.

Abstand des hintersten Teiles der Hörner vom vorderen Ende der Nasalia	462 *mm*
» » Foramen magnum vom äußersten Punkte des Kieferrestes	489
Länge jedes Hornes	670
Umfang der Hörner an der Basis	489
» des Schädels, an den Augenhöhlen gemessen	724
Breite » » » » Augenhöhlenrändern gemessen	258
Transversaler Durchmesser der Schnauze, gemessen an ihrem Ursprunge an der Nasomaxillarnaht	95
Breite der Gaumenfläche am Hinterende der Molaren	85
» » » » Vorderende » »	58
Durchmesser des Occipitale nahe der Basis der Hörner	162
» » » in der Höhe des Hinterrandes des Foramen magnum	117
Vertikaldurchmesser des Supraoccipitale von der Basis der Hörner bis zum Foramen occipitale	196
Breitendurchmesser des Foramen occipitale	32
Länge der Alveolen der sechs Zähne	146
Erhebung der Augenwölbung über das Schädeldach	59
Abstand zwischen dem Hinterhauptsloche und dem Foramen lacerum	108 [1]

Über das Alter dieses Fundes wurden keine genauen Beobachtungen gemacht. Ozeretskowsky, der die erste Beschreibung desselben lieferte, läßt diese Frage ganz außer acht und äußert sich nur über die Herkunft des Schädels. Im Gegensatz zu Pallas, der noch glaubte, es handle sich um Reste von Tieren, die durch Eis von Amerika herübergebracht wurden, vertritt Ozeretskowsky den Standpunkt, daß diese Tiere, die fossil erhalten sind, in früheren Zeiten gelebt haben und daselbst umgekommen sind.

Dafür geben uns zwei spätere Forscher Auskunft über das Alter des erwähnten Schädels. Nach Tscherski und E. v. Toll gehören die Süßwasserbildungen der Neusibirischen Inseln mit den zahlreichen Knochenresten von Mammut und Moschusochs dem jüngeren Postglazial an. Da nun die Mündung der Jana in der Nähe dieser Inseln liegt, kann man mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß auch dem Funde Nr. 1 jüngeres postglaziales Alter zukommt, und zwar dies um so mehr, als auch die osteologischen Momente an diesem Schädel für ein sehr geringes Alter sprechen, wie ich an anderer Stelle genauer erörtern werde.

---

[1] Bei der Umwandlung aller dieser Zahlangaben habe ich die Voraussetzung gemacht, daß Ozeretskowsky französische Zoll und Linien meint. Deshalb habe ich den Zoll zu 0·27 *mm*, die Linie zu 2·25 *mm* angenommen. Obwohl der genannte Autor sich in dieser Richtung nicht äußert, ist nicht anzunehmen, daß er in einer französisch geschriebenen Arbeit andere Maße als die Franzosen annimmt.

Fund 2 bis 7.

Die diesbezüglichen Angaben finden sich bei J. D. Tscherski, Nr. 2 stammt von Ssularr an der Jana (Tscherski nennt irrtümlich das Tal des Ünjughen als Fundort) und besteht aus dem wohlerhaltenen Gehirnschädelteil, der fast bis zur Nasenbeinnaht erhalten ist. Der rechte Orbitalabschnitt ist verletzt.

Schlechter ist schon der dritte Fund erhalten, der am Ufer der Jana, einige Werst oberhalb der Einmündung des Ünjughen in den erstgenannten Fluß, entdeckt wurde. Es ist der Schädel eines jungen Männchens, dem ebenfalls die Gesichtsknochen fehlen, dessen Stirnbeine und ein großer Teil der Orbitalränder beschädigt sind.

Was das geologische Alter anbelangt, so gilt für diesen und den vorigen dasselbe. Genaues Alter auf Grund von Lagerungsverhältnissen schwer bestimmbar, jedoch mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit aus osteologischen Tatsachen festzustellen.

Den schlechtesten Erhaltungszustand zeigt Schädel Nr. 4, den Bunge auf der Ljachow-Insel gefunden hat. Es fehlt ihm die Orbitalgegend und er ist an der rechten Seite fast bis zur Basis des Hornzapfens hin beschädigt. Dasselbe gilt von dem vorderen Teile der Basis des genannten Hornzapfens sowie von den Processi jugulares (Tscherski nennt sie Proc. condyloidei) und dem unteren Teile der Occipitalfläche. Da die Maße dieser drei Schädel schon bei Tscherski angegeben sind, habe ich keinen Grund, dieselben hier anzuführen. Über die von Tscherski angeschnittene Frage der Unterscheidung eines jungen Männchens vom erwachsenen Weibchen werde ich an einem späteren Orte sprechen.[1]

E. v. Toll bestimmte das Alter der Ablagerungen auf der Ljachow-Insel als postglazial, und zwar gehört der Schädel dem jüngeren Postglazial an.

Nr. 5 stammt von der Mündung der Lena, nicht, wie Tscherski mitteilt, vom Unterlaufe dieses Flusses. Es ist ein Gehirnschädelrest, der bis zu den Nasenbeinwurzeln erhalten ist, an dem übrigens nach Information von der kaiserlichen Akademie auch die Tränenbeine erhalten sind.

Nr. 6. Am Flusse Pit, System des Jenissei, gefunden, besteht aus dem Gehirnschädel bis zu den Nasenbeinwurzeln. Der rechte Hornzapfen ist gut erhalten.

Nr. 7 wurde durch J. Slowzow in der Umgebung von Tjumen entdeckt und ist ebenso wie die beiden vorhergehenden von J. D. Tscherski gemessen worden, so daß der Mangel von Abbildungen nicht fühlbar wird. Der genaue Fundort dieses Stückes ist Kosch-agal, Fluß Pyschma.

Für diese drei Reste finden sich keine genauen Altersbestimmungen, doch werden uns phylogenetische Erwägungen zeigen, daß für diese Funde höchstens jüngeres postglaziales Alter anzunehmen ist. Älter sind diese Funde sicher nicht.

Fund 8 und 9.

Diese bestehen aus zwei Schädeln, die P. S. Pallas beschreibt und abbildet und sind die ersten fossilen Schädel, die vom Moschusochsen bekannt wurden. Der erste stammt von Beresow am Ob und gelangte dahin von der Tundra. Er stellt einen beschädigten Schädel ohne Hornscheiden vor, dem die Nasenbeine und der vorderste Teil des Oberkiefers sowie die Zwischenkiefer fehlen. Die außerordentliche Dicke und Festigkeit der Knochenwände fällt schon Pallas auf. Weiters beschreibt er die Seitenwände des Schädels, die flach sind und sowohl zur Stirnfläche als auch zur Gaumenfläche im rechten Winkel stehen.

Besondere Aufmerksamkeit verdient die Beschreibung der Hornzapfen. Demnach erstreckt sich die Basis jedes Hornzapfens von den Augenhöhlen bis über den Hinterhauptskamm und wird von dem anderen Hornzapfen durch eine Rinne von der Dicke des kleinen Fingers getrennt. Die Hornbasen sind

[1] Eine eigene kleinere zoologische Arbeit wird diese Frage klären.

spongiös und setzen sich seitlich in einen Zapfen fort, der konisch und seitlich abgeflacht ist und an seiner Oberfläche Längsriefen zeigt. Die Augenhöhlen sind sehr starke Knochentrichter, die stark hervorragen und über der Mündung des Canalis supraorbitalis einen Knochenhöcker zeigen. Die Vermutung Palla's, daß jederseits sechs Backenzähne vorhanden waren, ist richtig. Die eigentümlichen Schmelzleisten auf der Kaufläche derselben vergleicht er mit denen des Rhinozeros. Die sehr kleine Gehirnhöhle öffnet sich durch das Foramen lacerum und das Foramen occipitale magnum sowie einige andere enge Löcher. Wie bei Ozeretskowsky ist auch hier an der Abbildung etwas zu sehen, was der Autor nicht erwähnt hat, da er wahrscheinlich der Sache keine Bedeutung beigemessen hat. Eine deutliche Tränengrube nimmt die Mitte des Tränenbeines ein und wird wiederum von eigentümlichen Knochenwucherungen überragt, die die Gestalt eines Kammes annehmen.

Der zweite von Pallas beschriebene Schädel wurde von dem Studenten Basilius Sujef am Ufer des Ob, etwa 700 russische Stadien oberhalb Obdorsk, gefunden. Er ist schlechter erhalten als der vorige und Palla's erwähnt ihn bloß, ohne weitere Angaben über ihn zu machen.

Fund 8 und 9 entbehren ebenfalls der genauen Altersbestimmung, worüber man mit Rücksicht auf die frühe Zeit, in der diese Funde gemacht wurden, sich nicht zu verwundern braucht. Im Jahre 1772 — eben dem Fundjahre — war man nicht soweit, in fossilen Objekten etwas anderes als Kuriositäten zu sehen.

Fund 10.

Einer der schönsten Schädel stammt von der Lena oberhalb Kiremsk. Die Nasalia, ein Teil der Oberkiefer und die Zwischenkiefer fehlen. Dagegen sind die übrigen Teile sehr wohl erhalten und was dem Schädel den besonderen Wert verleiht, sind die schönen Hornscheiden. Das Schädeldach wird von den mächtigen Sockeln der Hörner eingenommen, die sich nach den Seiten zu rasch verschmälern und nach abwärts senken. Auffällig ist, wie sie an die Seiten des Schädels gepreßt erscheinen. In diesem Teile ihres Verlaufes wenden sie sich auch etwas nach vorn, um, nachdem sie den tiefsten Punkt erreicht haben, sich wieder nach aufwärts zu biegen. Die Oberfläche der Hörner zeigt Längsstreifen und Furchen. In der Ansicht des Tieres von oben und vorn fallen vor allem die Höcker über den weit ausladenden Orbitalröhren in die Augen. Unterhalb dieser Beulen sehen wir ein Tränenbein mit einer ungemein deutlichen Tränengrube. Diese ist durch einige kleine Knochenwucherungen in Gestalt eines Kammes beschattet. Die Stirnbeine zeigen noch die sie trennende Sagittalnaht, woraus hervorgeht, daß das Tier wohl erwachsen, aber doch noch nicht alt war.

Auf der Hinterwand des Schädels sehen wir vor allem den Occipitalkamm mit der Schniepe. Die beiden Hälften desselben sind nur sehr schwach gebogen. Unter dem Kamme sieht man wieder die tiefen Gruben zum Muskelansatze. Das Basioccipitale ist deutlich sichtbar. Besonders interessant ist das Verhalten der Fossa sphenomaxillaris. Dieselbe liegt nämlich hinter der Backenzahnreihe zurück, so wie ich es in der Arbeit über den rezenten Moschusochsen für den *O. mackenzianus* konstatiert habe.[1] Zähne sehen wir im rechten Oberkiefer vier, im linken zwei erhalten.

Am besten werden wohl die Größenverhältnisse des Schädels durch folgende Angaben verdeutlicht werden:

Orbitalbreite	240 *mm*
Abstand der Hornspitzen voneinander	540
Länge der Hornbasis	195
Abstand derselben voneinander vorn	40
» » » an der engsten Stelle	10
» » » hinten	25

[1] Siehe Fauna arctica, p. 118.

Stirnenge	140 *mm*
Breite der Hinterwand des Schädels	170
Höhe » » » »	105
Länge der Backenzahnreihe	130
Länge des zweiten Backenzahnes	30
Breite » » »	14

Auch dieser prächtige Schädel zeigt keine Altersangabe. In osteologischer Beziehung steht er jedoch so nahe dem gegenwärtig im westlichen Nordamerika lebenden Moschusochsen, daß er als nächster Vorfahre desselben angesehen werden muß und ihm deshalb nur junges geologisches Alter zukommen kann.

Fund 11.

Der von Maria Pawlow beschriebene Schädelrest gehört zu den besterhaltenen, wie ja überhaupt die in Sibirien gefundenen *Ovibos*-Reste sich in vorzüglichem Erhaltungszustande befinden, da sie ein verhältnismäßig sehr geringes Alter aufzuweisen haben. Leider bildet die Autorin den Schädel von der Unterseite ab, wodurch charakteristische Partien ganz unsichtbar sind. Immerhin kann man folgendes dem Bilde entnehmen. Das Basioccipitale ist vorn und hinten fast gleich breit. Weiter vorn fällt uns das Verhalten der Fossa sphenopalatina auf. Sie tritt gegen das Ende der Backenzahnreihe bedeutend zurück. Beide Merkmale, die quadratische Gestalt des Basioccipitale und das eben genannte, bestätigen meine Überzeugung, daß der vorliegende Schädel einem Vertreter des Typus *Ovibos mackenzianus* Kow. angehört. Von den Zähnen sind im linken Oberkiefer Prämolar II und III sowie Molar I und III vorhanden, im rechten Oberkiefer nur die drei Molaren. In geringer Entfernung vor der Backenzahnreihe ist der Schädel abgebrochen. Was die Hornzapfen anbelangt, so kann ich nur sagen, daß mir der Schädel ganz den Eindruck hervorruft wie ein Schädel des Typus *Ovibos mackenzianus* Kow., den ich in einer photographischen Ansicht von unten vor mir habe. Maßangaben mitzuteilen, muß ich mir versagen, da ich deren aus der Abbildung zu wenig geben könnte. Vielleicht gelingt es mir noch vor der Drucklegung dieser Schrift, diesbezügliche Angaben von Petersburg aus zu erhalten. Bezüglich der geologischen Altersbestimmung gilt das vom vorigen Funde Gesagte.

Fund 12 bis 15.

Über diese vier Funde erhielt ich von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg folgende Aufschlüsse:

Fund 12 besteht aus dem Genick- und Stirnteil eines Schädels, der in der Stirnnasenbeinnaht abgebrochen ist. Der linke Hornzapfen ist gut erhalten. Der nähere Fundort des Stückes konnte nicht ermittelt werden.

Fund 13. Der hierher gehörige Schädelrest umfaßt die Gehirnkapsel bis zum Hinterrande der Augenhöhlen.

Fund 14. Ein Stück, bestehend aus Genick- und Stirnteil, ist kurz vor den Hörnern abgebrochen Die Condyli occipitales sind wohl erhalten.

Fund 15. Hierher gehört ein Stück vom Unterkiefer, das den Fundort Kumir am Kolymafluß trägt

Vom geologischen Alter dieser Funde erwähnt die einzige Mitteilung, die ich über dieselben habe, nichts. Da mir die betreffenden Schädelreste selbst nicht näher bekannt sind, kommt es natürlich auch auf ihr Alter nicht an.

Fund 16.

Der von der Lenamündung stammende, hierhergehörige Unterkiefer wird von Tscherski mit drei anderen Stücken, zwei fossilen und einem rezenten, gemessen und verglichen. Der Ansicht des Autors, daß die Maße am Unterkiefer des fossilen *Ovibos* sehr variabel sind, kann ich nur hinzufügen, daß etwas Ähnliches am rezenten Tiere ebenfalls vorkommt. Ich halte es aber weniger für Variabilität, als vielmehr für rassenkonstante Merkmale.

Fund 17.

Besteht aus einem Unterkiefer.

Dieser wurde von Bunge auf der Insel Neusibirien gefunden und gilt für ihn das beim Vorhergehenden Gesagte.

Fund 18 und 19.

Beide Funde sind mir durch das zugesandte Verzeichnis der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Petersburg bekannt geworden.

Fund 20 und 21.

Beide haben wenig Bedeutung; der erstere ist durch Fr. Schmidt bekannt geworden, über den letzteren klärte mich — wie im Verzeichnisse erwähnt — eine briefliche Mitteilung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Petersburg auf.

Die Funde 15 bis 21 können wir bei der Altersbestimmung übergehen, da sie für diese Monographie keinen Wert haben, wie ich an anderer Stelle bereits gesagt habe.

Fund 22.

Dieser Fund gehört wohl zu den interessantesten, denn er ergab einen ganzen Moschusochsen mit Haut und Haaren. Leider ist uns dieser wertvolle Fund nicht erhalten geblieben. Es erreichte ihn dasselbe Schicksal wie die in Sibirien gefundenen Mammutleichen. Von den umwohnenden Promyschlenniks wurden die Knochen des Tieres benutzt; aus den Hörnern schnitzten sie schöne Messergriffe. Die Nachricht von diesem Funde gibt A. Bunge in den Nachrichten über die zur Erforschung des Janalandes und der neusibirischen Inseln von der russischen Akademie in Petersburg ausgesandten Expedition. Der Führer Bunge's erzählte diesem, daß er vor Jahren am Fuße eines Absturzes auf der Großen Ljachowinsel einen ganzen Moschusochsen gefunden habe. Der Entdecker beschrieb das Tier so genau, daß sogar die Farbe der Behaarung stimmte. Der Moschusochse wurde von den Promyschlenniks »Meerziege« genannt. Auch die Knochen des Tieres kannte der genannte Führer sehr gut.

An der Richtigkeit der Angaben ist, wie ich glaube, nicht zu zweifeln, da der Eingeborene sonst, wenn er das Tier nicht gesehen hätte, keine genaue Beschreibung des Tieres hätte liefern können. Andrerseits schließt auch diese Beschreibung die Verwechslung des Moschusochsen mit einem anderen Tiere aus, da Friedrich Schmidt kaum eine solche entgangen wäre, abgesehen davon, daß ja das Vorkommen des Mammuts mit Haut und Haaren in dieser Gegend ebenso erhaltene Funde des erstgenannten Tieres sehr wahrscheinlich macht.

Das interessante Exemplar eines mit Haut und Haaren erhaltenen Moschusochsen kann mit Recht als Zeitgenosse des Mammuts angesprochen werden, das in nächster Nähe des Fundortes in genau gleicher Erhaltungsweise entdeckt wurde. Da das letztere dem jüngeren Postglazial angehört, hat der einzige Fund des in Eis konservierten Exemplares vom Moschusochsen Anspruch auf dasselbe Alter.

Fund 23.

Mit der Beschreibung dieses Fundes verlassen wir Asien und begeben uns an die europäischen Fundorte.

Im Jahre 1883 wurde vom Förster Kimmel im Bezirke Solikamsk des Permschen Gouvernements der Schädel eines Moschusochsen gefunden. Der genaue Fundort wird folgendermaßen angegeben: »In Maikor, am Ufer des Flüßchens Kemolka, $1^1/_2$ Werst von der Mündung der Kemolka in den Fluß Inwa und 16 Werst von der Mündung dieser in die Kama.«

Da die Beschreibung nur mangelhaft ist, will ich sie vervollständigen. Der Schädel besitzt keine Hornscheiden, ebenso keine Nasenbeine und Zwischenkiefer. Auch ein Teil der Gaumenfläche der Oberkiefer ist beschädigt. Die Hornzapfen fallen zunächst durch die außerordentliche sagittale Länge ihrer Basis auf. Dieselbe ragt über die Occipitalfläche hinaus und setzt sich seitlich in einem ungemein stark verjüngten Zapfen fort. Die Verjüngung ist so stark, daß derselbe in der Mitte seiner Länge nur 56 *mm* breit ist,[1] während seine Basis noch den sagittalen Durchmesser von 176 *mm* zeigt. Mit dieser starken Verschmälerung hängt auch der eigentliche Anblick zusammen, den die Hornbasis, von oben betrachtet, zeigt. Ihr vorderer und rückwärtiger Teil ist nämlich gewissermaßen ausgezogen und sehr schmal. Teplouchoff beschreibt eine weitere Senkung in der Oberfläche der Hornbasen und glaubt, daß sie durch allmähliches Verwesen und durch Auswaschung mit Hilfe des Sandes entstanden sei. Dies ist ein Irrtum. Lönnberg hat in seiner »Structure and Anatomy« ganz genau die Entwicklung der Hornzapfen verfolgt und gefunden, daß, nachdem diese ihre volle Größe erreicht haben, nunmehr eine Reduktion der Knochenmasse eintritt. Dieser Prozeß schreitet so weit fort, daß die Hornbasis bei alten ♂ nicht selten in ihrer Mitte bis fast auf die Stirnfläche resorbiert wird, während an ihre Stelle die Hornsubstanz der sich bei alten ♂ sehr verdichtenden Hörner tritt. Da an dem hohen Alter des von Teplouchoff beschriebenen ♂ Schädels nicht zu zweifeln ist, einerseits wegen der Länge der Basis der Hornzapfen, andrerseits wegen der Obliteration der sagittalen Stirnbeinnaht und dem weit vorgeschrittenen Zustand der Abkauung des Backenzahnes, so rühren die Vertiefungen in den Hornzapfen lediglich von dem Alter des Individuums her.

Ein Blick auf die Hinterhauptwand zeigt uns vor allem den scharfen Nackenkamm, der in der Mitte eine nach unten gehende kurze Schniepe hat. Von Bedeutung ist die Krümmung des Nuchalkammes. In der »Fauna arctica« habe ich meine diesbezüglichen Untersuchungen veröffentlicht, aus denen hervorgeht, daß die Art der Krümmung des genannten Kammes ein wichtiges Rassenmerkmal gibt. Am vorliegenden Schädel ist nun diese Wölbung ungemein schwach, was mir noch Gelegenheit zur Erwähnung geben wird, und zwar bei der Feststellung der Verwandtschaftsverhältnisse des diluvialen Moschusochsen mit den lebenden Rassen.

Wie ich schon zweimal erwähnt habe,[2] ist auch Teplouchoff eine wichtige Tatsache entgangen wahrscheinlich weil er über ihre Bedeutung völlig im unklaren war. Es ist die Beschaffenheit des Tränenbeines. Aus Fig. 8 und 9 sieht man, daß eine deutliche Tränengrube vorhanden ist, die jedoch nur ganz unbedeutend von Knochenwucherungen überragt ist.

Da Teplouchoff nur drei Maßangaben verzeichnet hat, was für ein vergleichendes Studium selbstverständlich völlig unzureichend ist, muß ich aus den Abbildungen die entsprechenden Dimensionen berechnen. Die drei genannten Maßangaben lauten:

Länge des Schädels zwischen dem hinteren Ende des linken Hornzapfens bis zur vordersten Spitze des übriggebliebenen Teiles der Nase[3] . . . . 380 *mm*

---

1 Diese Maße entnehme ich den gegebenen Abbildungen.

2 Siehe Fund 1 und 8.

3 Dieser Punkt gehört nicht der Nase, sondern dem Oberkiefer an.

Sagittale[1] Breite des Schädels, mit dem Hornzapfen zusammen gegen . . . . 240 *mm*
»Dicke«, Höhe des Schädels zwischen Medianrinne und untere Fläche des Condylus 140

Hierzu füge ich folgende berechnete Angaben:

Größte Breite der Occipitalfläche 180
Höhe derselben von der unteren Kante des Condylus zur Sutura coronoidea 130
Länge der Basis der Hornzapfen von vorne nach hinten 200
Länge des Gehirnschädels vom Nackenkamm zum vordersten Punkte der Stirnbeine, in der Mittellinie gemessen 260
Orbitalbreite 245
Geringste Breite der Rinne zwischen den Hornsockeln 10
Schädelbreite zwischen Augenröhren und Hornsockeln . . . . etwa 170
Die Länge des einzigen erhaltenen Backenzahnes beträgt 40

A. E. Teplouchoff spricht die Überzeugung aus, daß der von ihm beschriebene Schädel von Maikor aus dem Löß des Kemolka-Ufers stammt. Diesem Löß kommt nun nach E. Geinitz jüngeres präglaziales Alter zu, wobei er ausdrücklich als Fossil neben Mammut den Moschusochsen hervorhebt.

Fund 24.

Zwei fossile Schädel, von denen Nr. I besser erhalten ist als Nr. II, sind durch die Beschreibung der erstere auch durch Abbildungen von G. Schweder bekannt geworden. Der erste wurde im Jahre 1886 in der Nähe des Bahnhofes der Dünaburg-Witebsker Eisenbahn gefunden. Die genaue Beschreibung durch den genannten Autor überhebt mich der Mühe einer unnützen Wiederholung. Ich will also nur diejenigen Tatsachen ergänzend vornehmen, die vom Standpunkte meiner Beobachtungen für die richtige Auffassung der Beziehungen dieses Schädels zu anderen notwendig sind.

Der Schädel gehört einem ausgewachsenen, jedoch nicht sehr alten Moschusochsen an. Diei beweisen vor allem die Hornzapfen, deren Basis eine Länge erreicht, wie sie nur bei ausgewachsenen Männchen des von mir aufgestellten 5. Typus *Ovibos mackenzianus* vorkommt. Andrerseits sieht man aber deutlich die sagittale Naht zwischen den Stirnbeinen, was wiederum darauf hinweist, daß das Tier noch nicht sehr alt ist. Die Occipitalfläche zeigt die tiefen Einsenkungen unter dem Genickkamme; der letztere ist nur schwach gewölbt, erinnert also an Fund 23. Der Nackendorn ist kurz. Auf der Ansicht von unten fällt vor allem das Basisoccipitale mit den deutlichen vorderen und hinteren Muskelhöckern auf. Auf der linken Seite sieht man die wohlerhaltene Bulla ossea, auf der rechten ist sie beschädigt. Besondere Aufmerksamkeit verdient auch die Lage der Fossa sphenomaxillaris. Dieselbe liegt hinter dem Ende der Backenzahnreihe.

Bei der Profilansicht tritt wiederum eine Tatsache hervor, auf die ich nun schon mehrmals im vorausgehenden hingewiesen habe. Vor der Augenröhre kann man auf der rechten Seite eine deutliche Vertiefung im Tränenbeine bemerken. Es ist die Tränengrube, die eine klassifikatorische Bedeutung besitzt, wie ich bereits erwähnt habe.

Da Schweder eine erschöpfende Zahl von Maßangaben seiner Abhandlung angeschlossen hat, brauche ich nicht irgendwelche hinzuzufügen.

Der zweite Schädel stammt ebenfalls aus der Nähe von Witebsk. Er wurde im Jahre 1887 in der Nähe der ersten Fundstätte, etwa 1000 Fuß nordwestlich vom Bahnhofe der Dünaburg-Witebsker Eisenbahn bei Witebsk entdeckt. Er zeigt im allgemeinen einen schlechteren Erhaltungszustand als der erst-

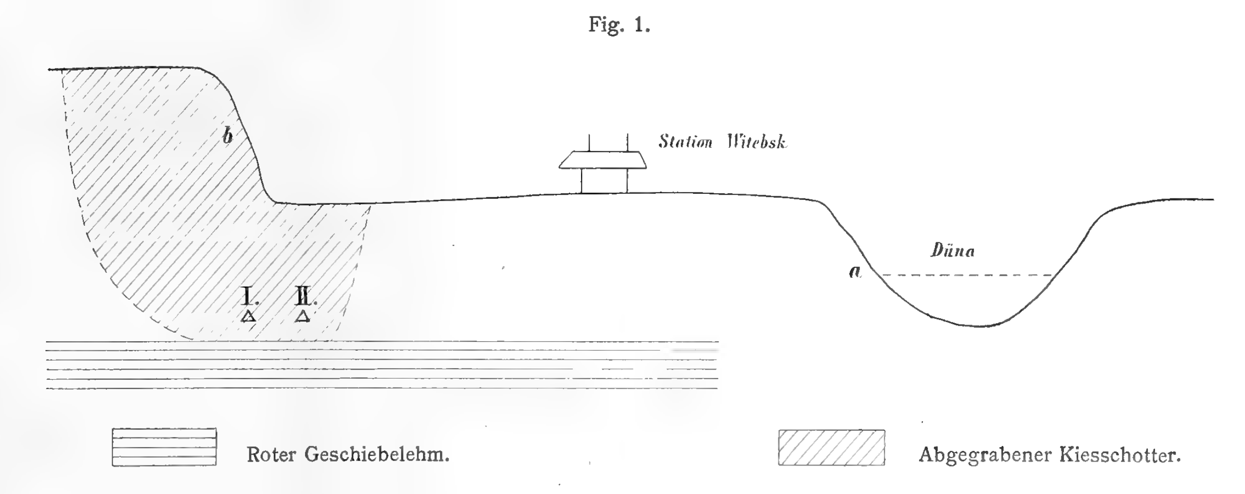
---

[1] Auch hier verwechselt Teplouchoff die Bezeichnungen, indem er sagittal eine Richtung nennt, die die sagittale in Wirklichkeit unter 90° schneidet.

beschriebene. Seine Hornbasen erreichen sogar die Länge von 195 *mm*, was seine Zugehörigkeit zu dem vorherbeschriebenen Typus dokumentiert. Dasselbe lehrt uns auch ein Vergleich der weiteren Maßangaben, die Schweder glücklicherweise in großer Anzahl gibt.

Herr Direktor G. Schweder in Riga teilte mir über das Alter der von ihm beschriebenen Funde folgendes mit. In der Nähe der Station Witebsk sind zwei Flußterrassen zu unterscheiden, eine, die das gegenwärtige Ufer der Düna bildet (*a*, Textfig. 1), und eine ältere, die früher das Ufer der Düna bildete, als sie noch viel mächtiger war (*b*, Texfig. 1). Die Uferterrassen bestehen aus Kiesschotter, der abgegraben wurde. An den mit I und II bezeichneten Orten wurden die *Ovibos*-Schädel gefunden. Die Kiesschotter sind postglaziale Bildungen. Direktor G. Schweder meint zwar, daß die Fossile auf sekundärer Lagerstätte sich befunden haben, doch kann ich dieser Ansicht mit Rücksicht auf den außerordentlich günstigen Erhaltungszustand der beiden Schädel nicht beistimmen. Ich halte an ihrem postglazialen Alter fest.

Fig. 1.



Profil der Fundstätte der beiden Schädel von Ovibos bei Witebsb (nach G. Schweder).

a gegenwärtiges, *b* früheres Ufer der Düna. I., II. Fundorte der beiden Moschusochsschädel.

Fund 25.

Ein beschädigter Schädel eines erwachsenen Männchens aus der Umgebung von Moskau. Nach den Angaben bei Tscherski besitzt dieser Schädel die längste Hornbasis, die überhaupt bei einem fossilen Schädel vorkommt. Im übrigen verweise ich auf die bezüglichen Angaben des genannten Autors. Zwar fehlt die geologische Altersbestimmung für denselben, aber da der hierhergehörige Schädel von Tscherski beschrieben ist, werde ich im zweiten Teile dieser Monographie aus dem osteologischen Befunde dasselbe zu eruieren trachten.

Fund 26.

G. Schweder erwähnt bei der Beschreibung der Funde 24 einen Schädel aus Wolhynien, auf den er durch Professor Grewingk in Dorpat, kurz vor des letzteren Tode, aufmerksam gemacht wurde. Durch briefliche Mitteilung des Herrn Direktors Schweder bin ich auf die Spur dieses Schädels geleitet worden. P. Armaschewsky beschreibt nämlich in den »Discours et compte rendu du VI. Congrès des Naturalistes à St. Petersbourg 1880«, p. 344, einen Schädelrest, der mit dem von G. Schweder erwähnten identisch sein dürfte.

Ein zweiter Schädel von demselben Fundorte befindet sich im Museum der Universität Kiew. Leider vermochte ich diese beiden Originale trotz mannigfacher Bemühungen nicht zu erlangen.

Fund 27.

Hierher gehört ein beschädigter Schädel eines erwachsenen Männchens, dessen Fundort leider unbekannt ist. Tscherski widmet ihm in der oft zitierten Arbeit mehrere Maßangaben, die ich im zweiten Teile meiner Arbeit benützen werde.

Fund 28.

Die Kenntnis von diesem Funde, der aus einem Schädelfragment besteht, verdanke ich der brieflichen Mitteilung von seiten der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg. Das betreffende Gehirnschädelfragment ist bis zur Stirn-Nasenbeinnaht erhalten.

Für alle diese hat die Bestimmung ihres Alters keine Bedeutung, da ich nur kurze Erwähnung dieser Schädel zu Gesicht bekam, ohne irgendwelches anatomische Detail.

Mit diesem Funde verlassen wir den russischen Boden und wenden uns Österreich zu.

Fund 29.

Im Jahre 1885 wurde in den Prachower Felsen bei dem Dorfe Lochkov in der Nähe von Jičin (Böhmen) der beschädigte Schädel eines Moschusochsen gefunden, den J. N. Woldřich im Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt beschrieben hat. Der genannte Autor hat zwei Abbildungen beigefügt.

Auch beim vorliegenden Schädel vermochte nur die Gehirnkapsel den zerstörenden Einflüssen zu widerstehen, der Gesichtsteil ist abgebrochen. Das Basioccipitale ist völlig erhalten und zeigt eine deutlich nach vorne zu verschmälerte Gestalt. Zu seinen beiden Seiten sieht man die sehr schmale Bulla ossea, deren Gestalt und Enge beweist, daß wir es mit einem völlig ausgewachsenen Männchen zu tun haben. Zwischen Occipitale und Bulla sehen wir das Foramen lacerum, an der Außenseite der Bulla den Platz des Processus muscularis. Das Basioccipitale setzt sich nach vorne zu in das sehr verschmälerte Basi- und Präsphenoid fort. Pterygoide und Alisphenoid sind erhalten. Von der Gaumenfläche ist nur der hintere, vor der Fossa sphenopalatina gelegene Teil zu sehen, ebenso ein Teil des linken Oberkiefers.

Die Hinterwand des Schädels zeigt wiederum eine interessante Erscheinung. Der Nackenkamm verläuft zu beiden Seiten der Schniepe in sehr flachem Bogen, unter dem tiefe Muskeleindrücke zu sehen sind. Der untere Teil der Schädelwand zeigt das an seinen Rändern beschädigte Hinterhauptsloch und die Gelenkslöcher. Die accessorischen Condylen sind deutlich sichtbar.

Woldřich bestimmte außer dem Schädel von derselben Lokalität noch Fragmente der oberen Prämolaren 1., 2. und 3., ferner einige Gesichtsknochen, außerdem ein Phalanxfragment und den Radius eines jungen Tieres ohne Epiphysen.

Der geologische Horizont des hierher gehörigen Schädels von Lochkov ist durch Woldřich sehr genau bestimmt. Demnach handelt es sich um Reste, die zu der Weidezeit genannten Epoche des nacheiszeitlichen Diluviums zur Ablagerung gelangten.

Fund 30.

Ein Gehirnschädelfragment, das H. Wankel von Předmost bei Prerau entdeckte, gehört hierher Da mir die Verwaltung des Museums für vaterländische Naturkunde in Olmütz das in seinem Besitze befindliche Original in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt hat und dasselbe bisher nur in tschechischer Sprache Bearbeitung gefunden hat, entschließe ich mich zur Wiedergabe meiner Beobachtungen.[1]

---

[1] Soweit es möglich ist, folge ich der genannten Beschreibung von Kříž.

Der übriggebliebene Teil des Schädels besteht aus folgenden Knochen: Frontalia mit den Hornzapfen, Parietale, oberer Teil des Supraoccipitale, rechtes Exooccipitale mit beschädigtem Processus jugularis, Basioccipitale und -Spaenoideum mit Resten des Pterygoides und Alisphenoides, hinterster Teil der Schläfengrube mit dem Felsenbein und dem äußeren Gehörgang, ferner links ein Teil der Schläfengrube und des Tuberculum articulare mit beschädigtem Processus und Foramen postglenoidale.

Da fast alle Knochen beschädigt sind, ist es nicht schwer, den Bau derselben kennen zu lernen. In der Vorderansicht des Schädelfragmentes sieht man deutlich die grobmaschige Struktur der Stirnbeine, während die übrigen Teile des Schädels samt den Hornzapfen eine engmaschig spongiöse Struktur zeigen.

Was die Beschreibung der einzelnen Knochen anbelangt, so wäre vom Basioccipitale bei vorliegendem Stücke zu sagen, daß es nach vorne zu etwas verschmälert ist. Kříž gibt folgende Maße an: Größte Breite hinten 60 *mm*, Breite an den vorderen Muskeleindrücken 43 *mm*, Länge 67 *mm*. Ich muß nur bemerken, daß an dem Originale, wie es mir vorliegt, der linke Hinterhauptgelenkshöcker überhaupt nicht vorhanden ist; ebenso fehlt der linke hintere Teil des Basioccipitale. Ich habe das Stück also nur zum Teil selbst vermessen können. Kříž scheint den Předmoster Schädel zu einer Zeit vor sich gehabt zu haben wo noch diese Teile vorhanden waren.

Das Basisphenoid ist sehr breit im Verhältnis zu den übrigen Schädeln, die ich zu studieren Gelegenheit hatte. Es ist vorne 19 *mm* breit, hinten 24 *mm* und weist eine Länge von 32 *mm* auf. Über die Reste des Alisphenoides habe ich mich bereits oben geäußert.

Am Supraoccipitale muß ich die Aufmerksamkeit sofort auf einen wichtigen Punkt lenken. Es ist wieder die Gestalt und Größe der Krümmung des Genickkammes, der uns ein Merkmal für die richtige Klassifikation gibt. Während wir bisher diesen Kamm immer nur schwach gebogen antrafen, tritt uns plötzlich hier eine fast halbkreisförmige Biegung entgegen. In der »Fauna arctica« habe ich dem Verhalten des Occipitalkammes ein Kapitel gewidmet und darin auf die Tatsache hingewiesen, daß die Weibchen sämtlicher Rassen einen viel stärker gebogenen Occipitalkamm besitzen als die Männchen. Diese Tatsache ist bisher von sämtlichen Bearbeitern des Genus *Ovibos* ignoriert worden. Ich weise nun nochmals darauf hin, da dieses unfehlbare Merkmal eine leichte Unterscheidung zwischen Männchen und Weibchen ermöglicht. Die Schniepe, die von der Mitte des Kammes nach abwärts geht, ist nicht lang (28 *mm*). Höhe vom unteren Rande des Foramen magnum zur Kreuznaht 116 *mm*. An das Supraoccipitale schließen sich nach vorne zu die Parietalia an. Sie sind recht gut erhalten und enthalten in ihrer äußeren Oberfläche in der Mitte eine flache Grube. Eine solche Grube habe ich übrigens auch an recenten Weibchen beobachtet und bin nicht abgeneigt, sie als Attribut des weiblichen Geschlechtes in der Moschusochsenfamilie zu betrachten.

Wir kommen im folgenden auf einen der Hauptteile des Moschusochsenschädels zu sprechen, auf die Stirnpartie. Dieselbe ist, wie ich bereits erwähnt habe, vorne stark beschädigt, so daß man in die Stirnhöhlen hineinsehen kann. Den oberen Teil nehmen die Sockel der beiden Horngefäße ein, die zwischen sich einen Raum lassen, der 64 *mm* lang, vorne 75 *mm* breit ist, an der engsten Stelle 36 *mm*, hinten 55 *mm*, die, an den Seiten des Schädels sich herabsenkend, nicht die gleiche Länge erreichen, da der linke an seiner Spitze abgebrochen ist. Die größte Breite der Hornsockel (von vorne nach hinten) beträgt 76 *mm*. Daraus sowie aus dem Maße der geringsten Breite zwischen ihnen (36 *mm*) und endlich aus dem Verhalten des Nackenkammes ergibt sich die klare Tatsache, daß das Schädelfragment einem Weibchen angehöre. Es ist dies zum ersten Male der Fall, daß wir ein solches unter den fossilen Exemplaren, die uns bekannt sind, antreffen.

Die Hornzapfen erheben sich bis zu etwa 10 *mm* über die Stirnfläche, ziehen erst horizontal und wenden sich dann abwärts. Sie verschmälern sich ganz allmählich und sind nach vorne gebogen. Die Länge des rechten Hornzapfens beträgt an der Außenseite 210 *mm*, die des linken 175 *mm*. Der Abstand der Spitzen der Hornzapfen ist gleich 235 *mm*.

An der Seitenwand des Schädels fallen zunächst die Reste der Temporalgrube mit dem Petrosum, und zwar auf der rechten Seite, in die Augen. Links sieht man einen Teil des Tuberculum articulare mit dem zugehörigen Processus postglenoidalis.

Über die weiteren aus Předmost stammenden *Ovibos*-Reste muß ich mich an Kříž anschließen, da mir leider die diesbezüglichen Originale nicht zur Verfügung standen. Es handelt sich um ein Fragment einer Orbita sowie ein Stück Oberkiefer mit dem zweiten und dritten Prämolar.

Das Augenröhrenfragment stammt von der rechten Seite und zeigt einen Durchmesser von 55 *mm*. Die beiden Zähne haben sowohl Wurzeln wie Kronen, deren über der Alveole stehender Teil mit noch schönem Email bedeckt ist. Auf der Kaufläche sehen wir eine halbmondförmige Schmelzleiste. An der Außenseite eines jeden Zahnes sehen wir zunächst am Rande je einen aufrechten Pfeiler, in der Mitte — von beiden durch Furchen getrennt — einen dritten. Die Länge des ersten Zahnes beträgt 19 *mm*, Breite in der Mitte 15 *mm*. Die Länge des zweiten Zahnes beträgt 20·5 *mm*, die Breite 15·5 *mm*.

Der Schädelrest von Předmost bei Prerau hat dasselbe Alter aufzuweisen wie der vorige Schädel. Höchstens ist das Předmoster Exemplar noch um ein geringes älter.

Fund 31.

Ossowski erwähnt unter den in der Höhle Murek bei Krakau gefundenen Tieren auch den Moschusochsen. Dies veranlaßte mich, an die Akademie der Wissenschaften in Krakau mit der Bitte heranzutreten, mich über die Art des Fundes aufzuklären. Wie erstaunte ich, als die mir bereitwilligst übersandten Photographien mit aller Deutlichkeit zeigten, daß es sich um den Typus *Ovibos fossilis* Kow. (*Praeovibos priscus* Staud.) handle.

Schon das enorme Hervortreten der Augenröhren spricht dafür, noch mehr aber die eigenartige Ausbildung und der Verlauf der Hornzapfen, daß wir es hier mit einem von den bisher beschriebenen Moschusochsenschädeln verschiedenen Reste zu tun haben. Da mir inzwischen die Akademie der Wissenschaften in Krakau auch das Originalstück in liebenswürdigster Weise gesandt hat, bin ich in der Lage, eine genaue Beschreibung und Abbildungen desselben zu geben.

Der Rest besteht aus der Schädeldecke mit den beiden wohlerhaltenen Hornzapfen. Hinten ist das Schädeldach an der Lambdanaht abgebrochen (Taf. I, Fig. 4). Vorne sieht man auf der linken Seite ein Stück des Orbitaltubus, rechts ist der Rest stärker beschädigt; man vermag keine Augenhöhle zu erkennen. Der linke Orbitaltubus ist es nun, der die Aufmerksamkeit ganz besonders auf sich ziehen muß. Er ragt so weit seitlich vom Schädel ab, daß in der Ansicht von oben der Schädelrest in der Augengegend fast breiter ist als in der Region der Hornzapfen. Wie sich auf der inneren Seite der Augenröhre feststellen läßt, hat dieselbe eine Länge von etwa 90 *mm* erreicht. Diese bedeutende Länge erinnert lebhaft an die drei Exemplare, die Staudinger als *Praeovibos priscus* anspricht. Gleichwohl kann eine Identifizierung nicht stattfinden und das aus mehreren Gründen. Schon die Ausbildung und der Verlauf der Hornzapfen (Taf. I, Fig. 3) spricht gegen die Zugehörigkeit des vorliegenden Stückes zu Staudinger's »*Praeovibos*«. Im Gegensatz zu diesem hat der Schädel von Murek ganz niedrige Hornbasen. Dieselben erreichen auch bei weitem nicht die Länge des erwähnten Typus, wenn wir von dem Stücke von Bielschowitz absehen, dessen Erhaltungszustand die Frage nach dem Lebensalter des betreffenden Individuums offen läßt. Auch der Abstand der Hornbasen spricht für eine selbständige Art des Restes von Murek. Derselbe ist nämlich viel größer als bei Staudinger's »*Praeovibos*«. Aber auch der Hornzapfenverlauf ist bei unserem Exemplar ein verschiedener als bei dem genannten. Dieselben bilden einen regelmäßigen Bogen und stehen viel näher an den Seiten des Schädels als beim *Praeovibos* Staudinger's. Es ist nicht anzunehmen, daß der Schädel von Murek einem unerwachsenen Tier angehöre. Denn obwohl einzelne Nähte am Schädeldach noch erhalten sind, spricht doch die völlige Verwachsung derselben an anderen Stellen für ein vollerwachsenes Tier. Aus dem Gesagten geht also mit aller Genauigkeit hervor, daß es sich hier um eine besondere neue Art von fossilen Moschusochsen handelt oder daß wir es mit einem Weibchen

zu tun haben, was leider bei dem mangelhaften Zustande des Fossils nicht nachzuweisen ist. Welche phylogenetische Stellung demselben zukommt, das wird im 2. Kapitel dieser Arbeit beleuchtet. Zum Schlusse gebe ich noch die Resultate einiger Vermessungen.

Breite des Schädels in der Stirnenge . . . . 110 *mm*
Länge des Fragmentes in der Mittellinie 145
Länge der Hornsockel von vorne nach hinten . . . . 70, 65[1]
Abstand der Hornzapfenspitzen 193
Abstand der Hornzapfenbasis an den vordersten Punkten 82
Abstand der Hornzapfenbasis in den hintersten Punkten 66
Geringster Abstand der Hornzapfenbasis 59
Länge der Hornzapfen (mit dem Schiebezirkel gemessen) . . . . 142, 132[1]
Größte Länge des Schädelrestes vom rechten hintersten zum linken vordersten Ende gemessen . 201

Die Ablagerungen in den Höhlen bei Krakau gehören dem ältesten Postglazial an. Dafür spricht schon die Begleitfauna *Elephas primigenius, Rhinoceros tichorhinus, Ursus spelaeus, Meles taxus, Equus* sp., *Cervus alces, C. elaphus, C. tarandus* etc. Zweifellos ist der Fund von Mnikow einer der älteren in Europa.

Auch die osteologischen Tatsachen deuten auf diese Tatsache hin.

Fund 32.

K. Maška zählt in seiner Arbeit »Der diluviale Mensch in Mähren« unter den aus der Čertova díra bei Stramberg in Mähren stammenden Resten auch eine Phalange und mehrere Extremitätenknochen auf, die er als zu *Ovibos* gehörig betrachtet.

Die von Maška aufgefundenen und beschriebenen Extremitätenknochen gehören aller Wahrscheinlichkeit nach dem jüngeren nacheiszeitlichen Diluvium, und zwar der Weidefauna an. Mit Rücksicht darauf, daß vorläufig nur Schädel zum Vergleich herangezogen werden können, kommt es, wie schon mehrmals erwähnt, auf die genaue Altersbestimmung anderer Skeletteile nicht an. Dasselbe gilt von den zwei folgenden Funden.

Fund 33.

Auch aus der »Býčí skála« (Stierfelsen) bei Adamstal (Mähren) stammen Reste des Moschusochsen. Über dieselben berichtet H. Wankel und zählt ein Kieferfragment sowie mehrere Zähne auf. Dieser Fund ist insofern von Bedeutung, als es sich hier um das südlichste Vorkommen des genannten Tieres in Österreich handelt.

Fund 34.

Der Gegenstand dieses Fundes scheint spurlos verschwunden zu sein. J. E. Hibsch berichtet über denselben in dem Text zur geologischen Karte des böhmischen Mittelgebirges, Blatt IV (Aussig). Demnach sollen Reste von *Ovibos moschatus* in den Lößlehmen der Türmitzer Straße gefunden worden sein. Vergebens habe ich diesen Resten nachgeforscht. Es ließ sich nur so viel feststellen, daß die Bestimmung derselben durch Nehring geschah. Meine Anfrage im Aussiger Stadtmuseum ergab, daß sie dort nicht vorhanden sind. Die Möglichkeit, daß sie in den Besitz Nehring's übergegangen sind, ist nicht gut von der Hand zu weisen. Da ich aber die Sammlung Nehring's, die sich gegenwärtig im zoologischen Institut der landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin befindet, durchgesehen habe, ohne diese Stücke gefunden zu haben, ist es leicht möglich, daß sie mit anderen Resten der Explosionskatastrophe zum Opfer gefallen sind, die diese Sammlung betroffen hat.

[1] Die erste Zahl bedeutet den linken, die zweite den rechten Hornzapfen.

Mit diesem Funde verlassen wir das Gebiet Österreichs und wenden uns einem an Resten des diluvialen Moschusochsen reichen Lande, dem Deutschen Reiche, zu. Nicht weniger als 31 Fundorte sind über das Gebiet zerstreut und 19 mehr weniger erhaltene Schädel entstammen denselben. Noch größere Bedeutung gewinnt dieses Land dadurch, daß sich unter den Funden zwei Schädel des ältesten Moschusochsen befinden, der Europa vor dem Ausgang der Eiszeit bewohnte.

Fund 35.

In Nr. 16 des Zentralblattes für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Jahrg. 1908, beschrieb Wilh. Staudinger ein bisher mit dem Namen *Ovibos moschatus fossilis* bezeichnetes Schädelfragment aus einer Kiesgrube bei Frankenhausen (am Südrande des Kyffhäuser). Der Vergleich mit den diluvialen Formen des *Ovibos* aus Europa und Asien und mit den pleistocänen Formen aus Nordamerika bewog den genannten Autor, das erwähnte Schädelfragment als neue Gattung und Art unter dem Namen *Praeovibos priscus* nov. gen. et nov. sp. von den bisher bekannten Formen zu trennen.

Nach W. Staudinger sollen folgende Merkmale diese weitgehende Abtrennung von *Ovibos moschatus* begründen.

Auf p. 487 finden sich die ersten charakteristischen Eigentümlichkeiten des neuen Genus angeführt. »Die hohe Aufwölbung der basalen Enden der Hornzapfen, die beulenartige Verdickung der oberen Augenhöhlenwand und die starke Einschnürung der Stirnfläche an der Stirnenge ....«

Daß schon diese drei Merkmale hinreichen würden, um die neue Form von den übrigen europäischen und asiatischen zu trennen, daran kann wohl niemand zweifeln. Wohl habe ich bei meinen Studien über den lebenden Moschusochsen gar große Variationen in der Höhe der Hornbasen und Hornzapfen gefunden, die mich eben zur Abtrennung der verschiedenen Typen bewogen. So bestehen zwischen *O. mackenzianus* Kow. und *O. moschatus Wardi* Lydd. gar große Unterschiede, indem ersterer die längsten und niedrigsten, der letztere aber die kürzesten und höchsten Hornursprünge besitzt. Gleichwohl nähert sich keine Rasse auch nur annähernd der neuen Form. Um den Vergleich zahlenmäßig zu führen, gebe ich hier die Werte, die ich für die Länge der Hornbasen bei den verschiedenen Rassen erhalten habe.

Länge der Hornbasen bei den Rassen des lebenden Moschusochsen . . . . 235—172 (155)[1]
Länge der Hornbasen bei der neuen Form . . . . l. 100, r. $97^1/_2$.[2]

Vergleichen wir nun die gegebenen Zahlen, so finden wir, daß beim recenten *Ovibos* die Rasse mit den kürzesten Hornzapfen von der mit dem längsten um 80 Einheiten verschieden ist.

Es ist also der Unterschied zwischen der Hornbasislänge der neuen Form und der des *O. moschatus Wardi* um etwa 25 Einheiten kleiner als der zwischen *O. moschatus Wardi* und *O. mackenzianus*, der 80 Einheiten beträgt. Nachdem also in dieser Beziehung *O. mackenzianus* weiter von *O. moschatus Wardi* absteht als der letztere von der neuen Form, besteht kein Grund, derselben einen neuen Genusnamen zu geben, zumal die größte Wahrscheinlichkeit besteht, daß die fehlenden Zwischenformen, die die Brücke zwischen der neuen Form und dem *O. moschatus Wardi* bilden, in nächster Zeit gefunden werden, vielleicht sogar schon in irgendeiner Sammlung sich unerkannt befinden.

Dasselbe findet man jedoch auch, wenn man die Höhen der basalen Hornzapfen vergleicht. Wohl unterscheidet sich die neue Form hierin deutlich genug, um als neue Art aufgestellt zu werden, doch bestehen größere Unterschiede zwischen *O. mackenzianus* und *O. moschatus Wardi* als zwischen letzteren und der neuen Form. Abermals fehlt der Grund zur Aufstellung eines neuen Genus.

Bezüglich der Sondergestaltung der beulenartigen Verdickung der oberen Orbitalwand und der starken Stirneinschnürung muß ich einiges bemerken. Längere und stärkere Augenröhren werden auch höhere Orbitalbeulen tragen, wenn auch vielleicht nicht in dem Maße vergrößert wie bei der neuen Form. Abgesehen hiervon habe ich jedoch am recenten Moschusochsen die weitgehendste Variabilität dieser Beulen bemerkt, denen wohl kaum klassifikatorische Bedeutung zukommt.

---

[1] Diese Zahl gibt Staudinger für ein ♂ von *O. moschatus Wardi* aus Ostgrönland an.

[2] l. = linker Zapfen, r. = rechter.

Andrerseits wirken aber die ungemein verlängerten Orbitaltuben auch relativ auf die Breite der sogenannten Stirnenge ein. Bei kurzen Orbitalröhren wird ein und dieselbe Breite größer, bei langen hingegen kleiner erscheinen. Man würde also beim Vergleich mit recenten Schädeln die Überzeugung gewinnen, daß die neue Form, obwohl sie in der Stirnenge mehr eingeschnürt erscheint, doch in Wirklichkeit dieselbe Breite an dieser Stelle aufweist wie die recenten und diluvialen europäisch-asiatischen Formen.

Weiters nennt Staudinger die eigentümliche Beschaffenheit der Tränengrube, des Keilbeines, der Hinterhauptskondylen und der Zähne als zwingende Gründe für die Aufstellung eines neuen Genus.

Was die Tränengrube anbelangt, so verhält es sich mit derselben folgendermaßen. Zur Zeit, da die genannte Arbeit Staudinger's bereits erschien, war ich in Berlin erst mit der kritischen Sichtung meines *Ovibos*-Materiales beschäftigt. Die vorläufige Mitteilung über die Resultate meiner Arbeit erschien erst zwei Monate später. Staudinger konnte also auf keinen Fall wissen, daß es mir gelungen war, die Widersprüche über das Vorhandensein der Tränengrube beim Moschusochsen zu lösen. Es konnte ihm nicht bekannt sein, daß eine ganze Gruppe die Tränengrube als eines ihrer Hauptkennzeichen trägt, und nur so war es möglich, daß er auf Grund des Vorkommens derselben bei der neuen Form dieselbe gleich als neues Genus abtrennte.

Indessen zeigt auch diese Eigenschaft der neuen Form wiederum, daß zwischen ihr und einer Gruppe des recenten Moschusochsen geringere Unterschiede bestehen als zwischen den beiden Gruppen des recenten Tieres. Wie ich an mehreren Stellen dieser Arbeit erwähnt habe (siehe Funde 1, 8, 10, 15, 16, 17), zeigen auch die übrigen europäisch-asiatischen Formen des diluvialen *Ovibos* eine sehr deutliche Tränengrube, so daß die neue Form auch diesen nahe steht und deshalb die Aufstellung eines neuen Genus völlig unnötig war.

Was die Bemerkung anbelangt, daß Staudinger eine leise Andeutung einer der neuen Form ähnlichen Tränengrube bei dem ♀ 5278 *Ovibos moschatus Wardi*[1] gesehen habe, so muß ich erklären, daß ein grönländischer Moschusochs niemals eine Spur einer Tränengrube besitzt. Was eine solche vortäuscht, ist eine Knochenwucherung am oberen Rande des Lacrymale, durch die dann allerdings das sonst flache Tränenbein eine schwache Möglichkeit erhält, auf demselben eine seichte Grube zu sehen.

Das Basioccipitale der neuen Form spricht wieder ganz entschieden gegen die Aufstellung eines neuen Genus. Der Deutlichkeit halber gebe ich nachfolgend eine Übersichtstabelle, die die Verschmälerung des Basioccipitales nach vorne hin deutlich vor Augen führt. Es ist auf derselben die hintere Breite zur vorderen ins Verhältnis gesetzt, indem man die erste Zahl gleich 100 annimmt. So erhält man die Größe der Verschmälerung gleich in Prozenten angegeben. Wir ersehen aus der Tabelle, daß die neue Form dasselbe Verhalten zeigt wie die Rassen des lebenden und die Formen des fossilen Moschusochsen.

♂ Niederlöhme	100 : 105·8	♂ 11707	100 : 82·1
♂ Kreuzberg	100 : 96.6	♂ Jičin	100 : 81·5
♂ 2822	100 : 96·4	♂ **nov. spec.**	**100 : 79·4**
♀ Předmost	100 : 93·1	♀ 5278	100 : 76·4
♂ 6043	100 : 90·9	♀ 5227	100 : 71·7
♂ 89	100 : 89·5	♀ 23766	100 : 70·1
♂ Kamnig	100 : 86·8	♀ 5358	100 : 68·9
♂ 395	100 : 83·1	♀ 5347	100 : 62·9

Was die außerordentlich »starke Knickung« zwischen dem Basioccipitale und dem -sphenoid anbelangt, so wäre es gut gewesen, wenn Staudinger die Größe dieser Knickung durch Angabe des Winkels bestimmt hätte. An den von mir untersuchten Schädeln schließen die beiden genannten Flächen einen stumpfen Winkel von etwa 120° ein. »Die Kondylen sind mehr in der Richtung der Querachse des Schädels gestreckt als bei *Ovibos*« charakterisiert Staudinger den Frankenhausener Schädel. Soweit es

[1] Zoolog. Institut der landwirtschaftlichen Hochschule Berlin.

die Abbildungen zu beurteilen gestatten, vermag ich in dieser Beziehung keinen Unterschied zwischen der neuen Form und dem mir zu Gesicht gekommenen rezenten und fossilen Vertreter des Moschusochsen festzustellen. Immer zeigten die Kondylen eine Streckung in der Querachse des Schädels. Weiters sagt der Autor: »Die Gelenkflächen sind scharf umschrieben und greifen nicht auf die seitlich angrenzenden Knochen hinüber, wie dies bei *Ovibos moschatus* der Fall ist«. Dies darf nicht so allgemein gesagt werden. In der »Fauna arctica« habe ich meine Untersuchungen über dieses »Hinübergreifen« niedergelegt und will jetzt nur soviel sagen, daß dabei Geschlecht, Alter und Rasse die Hauptrolle spielt. Je leichter der Kopf, je weniger stark die Hörner, um so weniger greifen die Gelenkflächen auf benachbarte Teile über.

Fassen wir das bisher Gesagte zusammen, so ergibt sich, daß die neue Form wohl nicht mit *Ovibos moschatus* — weder den rezenten noch fossilen Formen — vereinigt werden kann, daß es anderseits aber zu weit hergeholt ist, gleich ein neues Genus für dieselbe zu schaffen. Welchen Namen ich für den angeblichen »*Praeovibos priscus*« vorschlage, das werde ich im zweiten Hauptteile der Arbeit auf Grund des Vergleiches sämtlicher lebenden und fossilen Vertreter des Genus *Ovibos* erörtern.

Gleich der erste Fund, den wir auf deutschem Boden zu besprechen haben, bietet großes Interesse durch sein Alter. Nach Wüst, der den Fundort des hierher gehörigen Schädelrestes von Frankenhausen untersucht hat, haben wir für denselben präglaziales Alter anzunehmen. Er gelangte vor der zweiten Eiszeit zur Ablagerung. Allerdings ist für die Bestimmung des Alters ein weiter Spielraum nach unten gelassen. Staudinger erklärt nämlich, daß der Fund sicher noch dem Pleistocän zuzurechnen sei (untere Grenze, Beginn des präglazialen Diluviums), daß er jedoch sicher vor der ersten Vereisung der Gegend, die erst in der zweiten oder Mindeleiszeit eintrat, zur Ablagerung kam. Zwischen diesen beiden Zeitpunkten liegt nun aber Präglazial, erste Eiszeit und erstes Interglazial. Welchem dieser drei Zeiträume der Frankenhausener Schädel angehört, läßt Staudinger offen. Immerhin liegt die Bedeutung des Fundes darin, daß es sich um den ersten handelt, der sicher vor der zweiten oder Haupteiszeit abgelagert wurde, während alle bisher erwähnten dem Postglazial angehören. Ich werde im weiteren Verlaufe dieser Schrift die Frage des genauen Alters des *Ovibos fossilis* (Rütimeyer) Kow. (= *Praeovibos priscus* Staudinger) an der Hand osteologischer Erfahrungen zu lösen versuchen.

Fund 36.

In den Verhandlungen der deutschen geologischen Gesellschaft berichtet R. Michael über einen Schädelrest aus dem »normalen Oberdiluvium« von Bielschowitz (Oberschlesien). Da das Original durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. Dr. Beyschlag mir längere Zeit zur Verfügung stand und dasselbe noch nicht genauer beschrieben ist, gebe ich im folgenden eine solche sowie zwei Abbildungen.

Das Stück stellt einen Rest der Schädeldecke vor und enthält ungefähr die Hälfte der Gehirnhöhlung. Ein Blick in dieselbe zeigt uns deutlich an den Nähten, daß an der Bildung des Schädelstückes der größte Teil der Frontalia und der Parietalia teilnahmen. Auf den ersteren sitzen — wie die Ansicht von oben (Taf. I, Fig. 1) zeigt — die Reste der beiden Hornzapfen. Der linke, viel besser erhaltene ist länger als der rechte. Bei beiden ist der spongiöse Aufbau an den abgeriebenen Stellen deutlich sichtbar. Zwischen ihnen liegt eine breite, tiefe Rinne, die sich deutlich nach vorne zu erweitert. Die Breite derselben bewog Michael, in dem Schädelfragment ein ♀ von *Ovibos fossilis*[1] zu sehen, was allerdings nach den von Staudinger entwickelten Gründen nicht zulässig ist, da dieses Stück ebenso wie das Frankenhausener und noch ein drittes aus England Männchen sind.

In der Mitte der genannten Rinne läßt sich eine Strecke weit die Sagittalnaht verfolgen. Der vor den Hornzapfen gelegene Teil der Stirn ist abgebrochen, so daß man einen genauen Einblick in die zahlreichen

---

[1] Michael hat hier unbewußt dem Stücke den richtigen Namen gegeben, indem er sich bloß auf die Überzeugung stützte, daß der fossile *Ovibos* nicht mit dem lebenden vereinigt werden dürfe. Siehe dagegen die Resultate in der zweiten Hälfte der vorliegenden Arbeit, die teilweise das gerade Gegenteil von der erwähnten Ansicht beweisen.

Stirnbeinhöhlen hat. An der linken Vorderecke ist ein kleiner Teil der Orbita sichtbar, bestehend aus einer glatten, ziemlich seichten Rinne (Taf. I, Fig. 3). Eine deutliche Einschnürung vor den Hornbasen zeigt die Stelle der Stirnenge an.

Länge des Schädelstückes in der Medianlinie	137 *mm*
Abstand der äußersten Punkte der Hornzapfen voneinander	202
Längsdurchmesser der Gehirnhöhle in der Medianlinie	105
Querdurchmesser derselben an der breitesten Stelle im hinteren Drittel	86
Breite der Rinne zwischen den Hornzapfen vom höchsten Punkte des rechten Zapfens zu dem des linken	70
Größte Tiefe derselben	24
Länge des linken Hornzapfens vom hinteren inneren zum vorderen äußeren Endpunkt	128
Länge der rechten, in derselben Weise bestimmt	80
Länge des linken Hornstieles, von vorne nach hinten gemessen, nahe an der Schädeloberfläche	91

Nicht umsonst habe ich diesen Funden gleich den vorigen angereiht. Michael, der den Schädel aus Bielschowitz beschreibt, rechnet zwar die Schichten, in denen er gefunden wurde, zum normalen Oberdiluvium, aber dieser Ansicht stehen zwei Einwände gegenüber. Erstens steht der Autor mit seiner Ansicht so ziemlich isoliert da, während die meisten Geologen diese Schichten dem unteren Diluvium zurechnen. Zweitens ist — wie schon Staudinger erwähnt — die Wahrscheinlichkeit groß, daß der vorliegende Fund gar nicht einer primären Lagerstätte entstammt, sondern vor seiner Einbettung einen Transport mitgemacht hat. Die Möglichkeit ist nur zu groß angesichts des sehr schlechten Zustandes des Fundes. Auch aus der Übereinstimmung mit dem Schädel von Frankenhausen ergibt sich ein höheres Alter, als es Michael annimmt. Näheres im zweiten Teile.

Fund 37.

Über diesen sehr wichtigen Fund ist in der Literatur so gut wie nichts bekannt. Es ist ein Schädel, der einzig und allein im Sammlungskatalog des geologischen Universitätsinstitutes in Berlin erwähnt wird. Die sonst vorhandenen Hinweise in der einschlägigen Literatur entstammen dem genannten Katalog. Durch das liebenswürdige Entgegenkommen des Vorstandes des genannten Institutes Herrn Prof. Dr. W. Branca wurde mir der Fund zur Bearbeitung anvertraut und gebe ich im nachfolgenden eine Beschreibung und Abbildungen desselben.

Wie bei den meisten der vorhin beschriebenen Schädel fehlt auch bei vorliegendem der Gesichtsteil gänzlich. Im übrigen ist die Gehirnkapsel recht gut erhalten.

Die Hinteransicht (Taf. II, Fig. 3) zeigt die fast quadratische Umgrenzung des Supraoccipitales. Diese quadratische Umgrenzung wird um so deutlicher, da die Processi jugulares abgebrochen sind. Im obersten Teile tritt der Genickkamm deutlich hervor und unter ihm werden zwei Muskeleindrücke sichtbar, die durch eine Schniepe getrennt sind. Die Krümmung der beiden Hälften des Genickkammes ist ziemlich flach, ähnelt also den bisher besprochenen Fällen. Unterhalb des Nackendornes, unmittelbar über dem Foramen magnum findet sich eine eigentümliche blasenförmige Auftreibung, die sich auch beim recenten Moschusochsen findet, deren Bedeutung aber nicht recht klar ist. Seitlich gewahrt man in der Hinterhauptfläche zwei kleine Gruben. Die linke ist größer, die rechte kleiner. Sie liegen zwischen dem obersten Teile des Petrosum und dem Supraoccipitale.

Auf der Unterseite des Schädels ist es vor allem das Basioccipitale, dessen Bildung von Bedeutung ist. Es stellt einen fast viereckigen Knochen vor, der sich nach vorne zu verschmälert und ins Basisphenoid übergeht. Der hintere Teil des Basioccipitale trägt zwei Höcker, die durch eine tiefe Spalte getrennt sind; den vorderen Teil bilden zwei sehr große Muskeleindrücke, die durch eine deutliche Furche voneinander getrennt werden.

Die Exooccipitalia bestehen aus den zwei Gelenkhöckern, von denen der rechte stark beschädigt ist und die das elliptische Hinterhauptloch seitlich umgeben. Jeder Gelenkhöcker trägt einen sogenannten »akzessorischen Kondylus«. Welche Funktion diesem Hilfsgelenk zufällt, habe ich an der entsprechenden Stelle in der »Fauna arctica« ausführlichst erörtert. Ich will hier nur ganz kurz erwähnen, daß er wohl eine Stütze sein soll, die bei der eigentümlichen Art des Angriffes des Moschusochsen unentbehrlich ist. Das Tier greift nämlich seitlich an, indem es seinen Gegner mit einer raschen Bewegung des Kopfes um eine in seiner Längsrichtung gedachte Achse in die Luft zu schleudern sucht. Dieser eigentümliche Gebrauch seiner Waffen macht für den Moschusochsen eine eigene Ausbildung des Hinterhauptsgelenkes notwendig, mit der Hand in Hand eine entsprechende Umbildung der Gelenkfläche des ersten Halswirbels geht. Aber diese Eigentümlichkeit des Kopfgelenkes geht noch weiter. Der schwere Schädel des Moschusochsen erfordert noch eine Stütze und diese wird dadurch geschaffen, daß die Gelenkfläche außer den eigentlichen und den Hilfskondylen auch noch die hinteren Höcker des Basioccipitals umfaßt. Beim recenten Tiere sind diese drei genannten Stellen mit Knorpel überzogen und diesen Gelenkhöckern entsprechen dann ebensoviele Gelenkgruben im ersten Halswirbel. Aber nur die alten Männchen verfügen über eine so ausgebreitete Gelenkung des Kopfes mit der Wirbelsäule, die Weibchen haben solche Gelenke nicht notwendig. Für den viel leichteren Schädel des weiblichen *Ovibos* genügen die eigentlichen Hinterhaupthöcker völlig und sind schon die Hilfskondylen schwach ausgebildet. Von einem Übergreifen der Gelenkfläche auf die hinteren Höcker des Basioccipitale ist natürlich keine Spur. An das Basioccipitale schließt sich nach vorne das Basiophenoid an, ein im Verhältnis zum ersteren sehr schmaler Knochen. Dieser setzt sich ins Präsphenoid fort, das aber nur auf kurze Strecke an dem vorliegenden Schädel vorhanden ist. Rechts und links von den beiden letztgenannten Knochen finden sich Reste des Alisphenoides und des Pterygoides. Es wäre noch zu erwähnen, daß sich zwischen Basioccipitale und -sphenoid eine Knickung von etwa 150° befindet.

Die Seitenansicht zeigt uns vor allem das Temporale. Dasselbe ist auf der linken Seite besser erhalten als auf der rechten. Die Crista temporalis ist aus leicht begreiflichen Gründen an beiden Seiten stark abgerieben. Links ist das Tuberculum articulare, das Gelenk für den Unterkiefer, teilweise erhalten, dahinter der Processus postglenoidalis. Seitlich und hinter ihm öffnet sich der Canalis temporalis, unten mit einer, oben mit drei Öffnungen. Daran schließen sich nach unten zu das Tympanicum und die Bulla ossea an. Auf der rechten Seite fehlen die beiden letztgenannten Teile und es ist an ihrer Stelle ein Loch vorhanden, das in die Schädelhöhle hineinführt. Zwischen Bulla und Tympanicum sieht man in einer Vertiefung die Reste des Processus muscularis. Die Gehörblase selbst ist ein längliches, ziemlich unregelmäßig gestaltetes Knochengebilde, an dessen innerer Seite sich das Foramen lacerum befindet. Beim recenten Moschusochsen befindet sich an ihrer oberen Kante ein mehr weniger scharfer Kamm, der häufig ein oder mehrere spitzige Fortsätze aufweist. Am vorliegenden Schädel läßt sich ein solcher Kamm nicht finden, auch von Fortsätzen ist keine Spur zu sehen.

Die Vorderseite des Schädelfragmentes zeigt eine ganze Menge von Öffnungen. Die zwei untersten gehören den Augennerven an. Von ihnen aus ziehen schief nach oben jederseits zwei flache Rinnen, der Rest der Augenhöhle. Höher, nahe aneinander befinden sich zwei fast rechteckige große Öffnungen, die Choanen. Was oberhalb dieser letzteren sichtbar ist, gehört alles der umgebenden dicken Schädeldecke an. Wir sehen eine ganze Anzahl größerer und kleinerer Öffnungen und Hohlräume, die zusammen mit den sie trennenden Knochenwänden das großmaschige Spongiosagewebe der Stirnbeine bilden. Seitlich gewahren wir, daß Öffnungen auch in die Hornsockel führen, so daß wir ein feinmaschiges Gewebe auch für diese annehmen müssen.

Endlich führt uns ein Blick auf die Oberseite des Schädels (Taf. II, Fig. 4) auch die für die Klassifikation so sehr wichtige Beschaffenheit der Hornzapfen vor Augen. Wir sehen zwei annähernd elliptische Knochenpolster, die in der Mittellinie des Schädels durch eine schmale Rinne getrennt sind. Der rechte Hornzapfenrest ist besser erhalten als der linke, von dem ein Stück an der vorderen äußeren Ecke abgebrochen ist. Die Basis eines jeden Zapfens ist vertieft und dies deutet darauf, daß es ein mindestens

ausgewachsenes Tier war,[1] dem der Schädel angehört. Die Länge der Hornbasis jederseits sowie die schmale Rinne, die sie trennt, zeigen zur Genüge davon, daß das vorliegende Stück einem Männchen zuzuschreiben ist. Seitlich überragen die Hornzapfen den Schädel nicht besonders, sie sind vielmehr — wahrscheinlich durch scheuernde Wirkung des Materials, in das eingebettet sie transportiert wurden — sehr gleichmäßig abgerundet.

Eigentümlich — und deshalb auch erwähnenswert — ist der Umstand, daß die hinteren Enden der Hornsockel nicht über den Occipitalkamm hinausragen, wie wir es bei den vorhergehenden Schädeln gesehen haben. Nach der Obliterierung der Nähte zweifle ich nicht, daß diese Stellung der Hornbasenenden dem entgültigen Stadium in der Hornentwicklung des vorliegenden Individuums entspreche. Daraus ergibt sich aber wiederum, daß uns das vorliegende Schädelstück bei der Feststellung der Verwandtschaftsbeziehungen im zweiten Teile der Arbeit noch genauer beschäftigen muß.

Zum Schlusse füge ich noch eine ganze Anzahl von Maßen hinzu, die ich mit dem Schiebezirkel abgenommen habe.

Länge vom Occipitalkamm zum vordersten Punkte der Stirne in der Mittellinie	185 *mm*
Länge des rechten Hornzapfens	165
Länge des linken Hornzapfens	150
Geringste Breite der Furche zwischen ihnen	14
Größter Abstand der Außenseiten der Hornzapfen	200
Breite der Hinterwand des Schädels in der Höhe des Occipitalkammes	147
Größte Breite des Schädels	166
Höhe von der unteren Kante des Condylus[2] zur Kranznaht	130
Durchmesser des Hinterhauptloches in der Medianebene des Schädels	30
Durchmesser des Hinterhauptloches in der Querrichtung	33
Länge des Basioccipitals vom Foramen magnum bis zum Ende der vorderen Muskeleindrücke	85
Breite des Basioccipitals hinten	60
Breite des Basioccipitals vorne	58
Breite des Basisphenoides an der Grenze gegen den vorhergenannten Knochen	23
Dicke der Stirnwand an der Abbruchstelle	60
Stirnenge	145

Nach freundlichen Informationen durch Herrn Privatdozenten Dr. H. Stremme in Berlin stammt dieser Fund aus einer der früheren Kies- und Grandgruben des Kreuzberges bei Berlin. In seiner Gesellschaft wurden Reste von *Elephas primigenius, Bos primigenius, Bison priscus, Cervus tarandus, Rhinoceros* u. a. gefunden, also die Fossilien des Rixdorfer Horizontes. Die Rixdorfer Kiesgruben werden nun als »interglaziale fluvioglaziale Schotter« bezeichnet und dem älteren Oberdiluvium zugerechnet. Als gleichalterig sieht man Penck's »Würmglazial« an. Für den Schädel vom Kreuzberg haben wir also dasselbe Alter anzunehmen.

Fund 38.

Im Jahre 1846 richtete C. G. Giebel eine Mitteilung an H. Bronn, deren Inhalt der vorstehende Fund bildete. Außer dieser kurzen Nachricht und drei Abbildungen in Bronn's »Klassen und Ordnungen

[1] Diese Vertiefungen sind Folgen der Resorptionserscheinungen, die die knöcherne Basis des Hornzapfens erleidet, nachdem sie zu völliger Größe ausgewachsen ist.

[2] Es ist nach meinen Erfahrungen unzulässig, die Höhe vom oberen oder unteren Rande des Hinterhauptloches zu bestimmen. Die Begrenzung dieser Öffnung ist nämlich in dem Maße Variationen unterworfen, daß von ihr aus bestimmte Dimensionen immer die Gefahr der Ungenauigkeit in sich bergen. Dagegen ist die untere Kante des Gelenkhöckers ein recht konstanter Punkt.

des Tierreiches« — deren Genauigkeit jedoch viel zu wünschen übrig läßt — ist über das betreffende Schädelfragment gar nichts näheres bekannt. Gern hätte ich von diesem aus Bedra bei Merseburg stammenden, im geologisch-mineralogischen Universitätsinstitut in Halle a. S. aufbewahrten Original eine genauere Beschreibung sowie Abbildung gegeben. Leider blieb mein Ersuchen um Übersendung desselben unerfüllt, da zu gleicher Zeit Herr Dr. Staudinger über die Oviboviden arbeitete und das Stück ihm zur Verfügung gestellt worden war. Sollte es mir später möglich werden, das Original untersuchen zu können, so werde ich in Form eines Nachtrages die Resultate veröffentlichen.

Da die Lokalität des vorliegenden Fundes nur vermutungsweise festgestellt werden, kann ist begreiflicherweise jede Bestimmung des Alters unmöglich. Dasselbe gilt von Fund 40 und 48.

Fund 39.

Dieser Fund wurde im Jahre 1862 im Ufer der Hohen Saale gemacht. Schon im nächsten Jahre beschrieb ihn E. E. Schmid ohne jedoch eine Abbildung der Beschreibung hinzuzufügen. Derselben kann man entnehmen, daß das Stück ungemein stark abgerollt ist, was auf einen langen Transport durch Wasser schließen läßt. Schmid erwähnt ausdrücklich, daß der Schädelrest bloß aus dem Stirnbein mit den Hornbasen besteht. Es muß also ein Irrtum unterlaufen sein, wenn Staudinger von einem Gehirnschädel spricht. Aus den wenigen Zahlenangaben ist nur zu ersehen, daß die Rinne zwischen den Hornsockeln in der Mitte des Schädels 8 *mm* breit ist und 10 *mm* tief ist. Weiter spricht Schmid davon, daß das Fragment mit dem Schädel von Maidenhead übereinstimmt. Aus diesen beiden Beobachtungen geht ganz deutlich hervor, daß das Schädeldachfragment einem Männchen angehört.

Nach freundlichen Mitteilungen des Herrn Prof. Dr. Joh. Walther in Halle a. S. ist über das genaue Alter des Schädels, der zwischen Wenigenjena und Kunitz gefunden wurde, nichts Genaueres zu erfahren. Übrigens gibt auch die erste Beschreibung dieses Stückes dem Verdachte Raum, daß der Schädel auf sekundärer Lagerstätte gefunden wurde.

Fund 40.

Über die Herkunft dieses Fundes herrschen eigentlich nur Vermutungen. In der ersten Beschreibung desselben wird nur Schlesien als Fundort genannt, welche Angabe sich auch im gedruckten Verzeichnis des Museums des Anatomischen Instituts der Universität Breslau findet, wo der Fund früher untergebracht war. Nachdem aber derselbe in seinem Erhaltungszustand ganz ähnlich dem der fossilen Wiederkäuerknochen von Kamnig bei Münsterberg gleicht, glaubt Roemer, daß der gleiche Fundort auch für das vorliegende Stück wahrscheinlich wird. Es ist ein Schädelfragment, wie schon die ursprüngliche Aufschrift »Pars cranii *bovis fossilis* «bezeugt. Zwei Brüche gehen durch dasselbe, von denen der eine die Hinterhauptsfläche, einen Teil der Schläfe und Basi- und Exooccipitale von dem übrigen Schädel trennt (Taf. II, Fig. 1), während durch den anderen der linke Hornzapfen von der Zapfenbasis separiert wird (Taf. II, Fig. 2). Da der rechte Zapfen nicht nur seitlich, sondern auch hinten stark beschädigt ist, erscheint der Schädelrest fast unsymmetrisch. Die Furche, die beide Hornsockel trennt, erweitert sich nach vorne zu sehr stark, so daß sie vorne fast sechsmal so breit ist als an ihrer schmälsten Stelle. Ein Blick von vorne zeigt uns vor allem ganz unten zwei Löcher, die Foramina für den Durchtritt des Sehnerven. Von ihnen gehen zwei flache Rinnen nach oben und außen; es sind die Reste der Orbiten. Die beiden inneren Nasenlöcher haben nach F. Römer halbkreisförmige Gestalt; ich würde den Ausdruck elliptisch richtiger finden. Oberhalb derselben gewinnen wir einen Einblick in die ungemein geräumigen Gehirnhöhlen. Diese sind im vorliegenden Falle ganz ungewöhnlich groß, viel größer als bei irgendeinem anderen fossilen Schädel, so daß es fast aussieht, als ob die ganze mächtige Schädeldecke nur aus zwei Wänden bestehen würde, zwischen denen durch vertikale Knochenwände eine Verbindung hergestellt ist.

Die Hornzapfen zeigen keine Besonderheiten gegenüber den bisher beschriebenen Schädeln und reichen, wie man es besonders am linken sehen kann, mit ihrem hinteren Ende über den Occipitalkamm hinaus.

Der letztere selbst ist nur schlecht erhalten, so daß man die Art und Weise seiner Krümmung nicht gut feststellen kann. Die Beschädigung rührt davon her, daß die erwähnte erste Bruchlinie gerade durch den Nackenkamm führt (Taf. II, Fig. 1). Die Schniepe ist erhalten, doch nicht so gut, wie es Römer in seinen Abbildungen darstellt. Da diese ziemlich viel idealisiert sind, habe ich mich entschlossen, von dem Original, das mir freundlichst geliehen wurde, einige Aufnahmen zu machen und als Tafelabbildung beizufügen.

Auf der Basalansicht sehen wir fast dasselbe wie bei Fund 30. Ein beinahe fast rechteckiges Basioccipitale, hinten mit zwei Höckern, die durch eine breite Kluft getrennt sind, vorne zwei Muskeleindrücke, die zwischen sich einen niedrigen, am Original überdies beschädigten Kiel besitzen. Die Gelenkhöcker des Hinterhauptes zeigen deutlich Hilfskondylen, die aber ziemlich abgerieben sind.

Durch das Basisphenoid geht die erste Bruchlinie hindurch, dagegen ist das Präsphenoid erhalten, ebenso einige Reste des Pterygoides.

Im Anschluß gebe ich noch einige Maßzahlen, die dann im zweiten Hauptteile der Arbeit Verwendung finden werden.

Länge des Fragmentes in der Mittellinie auf der Stirnfläche	160 *mm*
Länge der linken Hornbasis	158
Geringste Breite der Rinne zwischen denselben	11
Breite derselben an ihrem vorderen Ende	63
Länge des übriggebliebenen Hornzapfens an der Außenseite	145
Dicke der Stirnwand	45
Länge des Basioccipitale vom Rande des Hinterhauptloches bis zum Vorderende der vorderen Muskeleindrücke	75
Breite des Basioccipitale hinten	55
Breite des Basioccipitale vorne	50
Größte Breite der Hinterwand des Schädels	160
Höhe der Hinterwand des Schädels von der unteren Kante des Gelenkhöckers bis zur Kronnaht	125
Breite der Stirnenge	140

Fund 41.

Dieser fand eine würdige Bearbeitung durch C. Gottsche. Da dem Aufsatze auch drei sehr gute Abbildungen beigegeben sind, brauche ich nur einige Kleinigkeiten hinzuzufügen. Aus den Abbildungen ersehen wir, daß die Basis der Hornzapfen ungemein lang ist und sich die zwischen ihnen befindliche Rinne nach vorne und nach hinten zu verbreitert. Aus Fig. 3 sehen wir weiter, daß der Occipitalkamm abermals die so oft erwähnte schwache Biegung aufweist, so daß man seinen Verlauf im Anfang fast geradlinig nennen kann. Die Maße werde ich im zweiten Teile der vorliegenden Abhandlung verwenden.

Fund 42.

Zur Zeit, da die erste Fassung dieser Monographie bereits vorlag, teilte mir mein Freund Dr. K. Wanderer mit, daß ihm ein neuer Fund — der erste in Sachsen — vorliege. Anläßlich meines Aufenthaltes in Dresden im Herbst 1909 sah ich auch den sehr gut erhaltenen Rest, dessen Identifizierung mit der von mir aufgestellten Spezies *Ovibos mackenzianus* Kow. ich nur billigen konnte. Die sorgfältige Beschreibung und zwei Tafelabbildungen überheben mich der Aufgabe, mich in weitere Erörterungen über den vorliegenden Fund einzulassen. Wanderer hat bereits durch eine vorläufige Mitteilung von mir über den fossilen Moschusochsen die Punkte kennen gelernt, auf die es bei der Vergleichung der diluvialen *Ovibos*-Formen besonders ankommt, und so kann ich die entsprechenden Daten ohne Schwierigkeit seiner Arbeit entnehmen.

Dieser erste fossile *Ovibos* aus Sachsen stammt aus den sogenannten Lochwitzschottern, deren Alter als »jungdiluvial« bezeichnet werden muß. Da leider bis zum Augenblick eine Parallelisierung mit den norddeutschen Diluvialablagerungen von niemandem erfolgt ist, ist es mir begreiflicherweise unmöglich, anzugeben, welcher genauen Phase des Diluvium die vorliegenden Reste angehören.

Fund 43.

Der 42. Fund führt uns in das Rheintal, und zwar zum Unkelstein bei Remagen. Demselben entstammt ein Schädelfragment, Teile beider Oberkiefer sowie Extremitätenknochen eines erwachsenen Männchens. Die recht genaue Beschreibung, da leider Abbildungen fehlen, überhebt mich der Mühe einer Wiederholung, zumal da mir das Original des Schädelfragments nicht zur Verfügung stand. Ich will nur wiederum auf eine Tatsache hinweisen, die Schwarze ebenfalls erwähnt. Auf p. 134 heißt es oben bei der Beschreibung des Nackenkammes: »... und zieht sich dieser nahe unter der erwähnten Naht, von unten nach der Mitte zu, in zwei flachen Bogen zu einer an der Hinterwand herunterlaufenden Schniepe zusammen«. Also auch hier tritt eine schwache Wölbung als Charakteristik der Rasse, dem das vorliegende Individuum angehört. Über die Maße siehe in der Arbeit G. Schwarzes sowie im zweiten Teile dieser Monographie.

Den rechten Oberkiefer, im Besitz des zoologischen Instituts der landwirtschaftlichen Hochschule vermag ich eingehender zu behandeln, zumal mir das Original während meines Aufenthaltes in Berlin zur Verfügung stand.

Es handelt sich um ein Stück des Oberkiefers, das hinter dem letzten Backenzahn abgebrochen ist und etwas mehr als die halbe Gaumenfläche besitzt. Wohl steht auf der Etikette, daß der 3., 4., 5. und 6. Zahn erhalten sei, doch ist dies ein Irrtum. Nur der fünfte und sechste Backenzahn (zweite und dritte Molar) sind gut erhalten. Vom vierten Backenzahn (erster Molar) ist nur der hintere Lobus erhalten. Unmittelbar vor ihm ist der Zahn abgebrochen und von da an fehlt der weitere Teil des Kiefers. Der dritte Molar zeigt auf seiner Außenseite drei Hauptschmelzleisten, zwischen denen noch zwei niedrige Nebenleisten stehen. Der zweite Molar hat nur zwei Hauptschmelzfalten erhalten, die vorderste ist abgeschlagen. Die Nebenfalten sind noch flacher als am vorigen Zahne. Vom ersten Molar ist nicht viel zu sehen, da er an seiner Oberfläche und Außenseite sehr stark beschädigt ist. Sowohl der zweite wie der dritte Molar haben einen längeren hinteren Lobus, dafür aber einen breiteren Vorderlobus. Die Kaufläche beider zeigt die beim Moschusochsen charakteristischen Figuren, zwei halbmondförmige Schmelzleisten und eine dazwischen befindliche, kleine, fast kreisrunde.

Nach Lepsius haben wir es hier mit dem Löß des Rheintales zu tun, dem glaziales Alter zukommt. Die am Unkelstein aufgefundenen Extremitätenknochen, die sich angeblich in dem vorhin genannten Institut befinden sollen, vermochten wir daselbst nicht zu finden.

Fund 44.

Der schlecht erhaltene Rest eines Gehirnschädels stammt aus einem Steinbruch bei Langenbrunn im oberen Donautal. Er besteht aus einem Stücke der Schädeldecke mit den Ansätzen der Hornzapfen und aus der linken Hälfte der Hinterhauptschuppe. Ecker, der diesen Fund beschreibt, nimmt die Gelegenheit wahr, um eine Studie über das Wachstum der knöchernen Hornzapfen zu veröffentlichen. Ein Blick auf Taf. XII, Fig. 1 seiner Abhandlung zeigt uns abermals einen flachgewölbten Nackenkamm auf der Rückwand des Schädels.

Fund 45.

Eine Bearbeitung dieses Fundes lieferte Schaafhausen, der in einer Sitzung des naturhistorischen Vereines der preußischen Rheinlande und Westfalens den von Moselweiß stammenden Gehirnschädel vorlegte. Er ist — nach der Beschreibung zu urteilen — ziemlich vollständig, da nur die vorderen Enden der Nasenbeine und Zwischenkiefer sowie ein Hornzapfen fehlen. Von besonderem Interesse ist eine

Bemerkung des Autors über die sogenannte akzessorische Säule der echten Molaren. Es findet sich nämlich am vorliegenden Schädel zwischen den beiden Lappen des letzten linken Backenzahns diese Säule. Damit entfällt die Annahme, daß dies ein nur den Boviden zukommendes Merkmal sei, völlig. Aus der Länge der Hornzapfenbasis (161 *mm*) sehen wir, daß das Tier, im Verhältnis zu den vorher besprochenen Funden, kürzere Hornbasen hat.

Beide letztgenannten Funde haben postglaziales Alter.

Fund 46.

Ein Gehirnschädel, der bei Vallendar am Rhein im Sommer 1883 ausgegraben wurde, gehört hierher. Leider vermochte ich weder das Original noch Abbildungen des betreffenden Fossils zu erlangen.

Fund 47.

In der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft beschreibt C. Struckmann ein Schädeldachfragment aus dem diluvialen Flußkies von Hameln a. d. Weser und fügt auch auf einer Tafel zwei Bilder an, die sehr gut sind. Die Bestimmung des Geschlechtes ist aber dem Autor mißlungen. Indem er sich auf Gottsche beruft, schließt er aus dem Umstand, daß der geringste Abstand der Hornbasen voneinander 23 *mm* beträgt, auf einen weiblichen Schädel. Wie man aus Fig. 1 der Taf. XXVI sehen kann, ist die Basis der Hornzapfen ungemein stark beschädigt, so daß die reichliche Breite der Rinne bei Lebzeiten des Tieres jetzt nicht mehr bestimmt werden kann. Abgesehen davon, müßte aber ein anderer Umstand völlig hinreichen, der irrtümlichen Auffassung des Schädels, als eines weiblichen, vorzubeugen. Man sieht in der zitierten Figur ganz deutlich die große Basislänge der Hornzapfen. Außerdem gibt aber Struckmann selbst die Länge (Breite) der Basis mit 160 *mm* an. Eine so mächtige Basis hat aber kein Weibchen, sondern immer nur ein Männchen. Zum Vergleich gebe ich eine kleine tabellarische Übersicht von Maßen der Länge der Hornzapfen. Die Angaben entnehme ich teils den Tabellen der Fauna arctica, teils auch mir gerade zur Verfügung stehenden Originalen, und zwar sind im folgenden recente und fossile Tiere vereinigt.

♀ 5.358	112 *mm* [1]
♀	88
♀ 23.766	84
♀ Předmost	75
♀ 5.347	64

Der Rest von Hameln an der Weser ist so stark beschädigt, daß er nicht gut für den Vergleich der einzelnen Schädel maßgebend ist. Gleichwohl möchte ich erwähnen, daß er ebenfalls als postglazial anzusprechen ist.

Fund 48.

Ein hierher gehöriges Fragment einer rechten Schädelhälfte ist von ziemlich unsicherer Herkunft. Pohlig, der diesen Fund beschreibt, glaubt, daß es vielleicht anläßlich einer Ausgrabung bei Möckern gefunden wurde. Auch von diesem Originale war mir keine Abbildung zu erlangen möglich.

Fund 49.

In den Sitzungsberichten der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin findet sich eine Bemerkung von A. Nehring über den Schädel eines *Ovibos*. Derselbe stammte aus Schönau im Kreise

---

[1] ♀ 5.358, ♀ und ♀ 23.766 besitzen noch Hornscheiden auf den Zapfen, so daß bei ihnen eigentlich die Länge der Hornscheidenbasis angegeben ist; deshalb auch die hohen Zahlen.

Schwetz und wurde dem genannten Autor von der Direktion des westpreußischen Provinzialmuseums in Danzig zur Bearbeitung übersandt. Am Schlusse dieser Bemerkung verheißt Nehring eine genaue Beschreibung und Abbildung des Originales, wozu es jedoch nicht gekommen ist.

Dagegen findet sich im XX. Amtlichen Bericht des genannten Museums eine Abbildung des Stückes nebst kurzer Beschreibung.

Der Schädelrest von Schönau gehört dem jüngeren Postglazial an.

Fund 50.

Ein hierher gehöriges Gehirnschädelfragment aus Pleikartsförsterhof bei Heidelberg ist durch W. Freudenberg bekannt geworden.

Fund 51.

Zu diesem Funde ist ein nicht minder als das vorige mangelhaft bekanntes Gehirnschädelfragment zu rechnen, das bei Höchst am Main entdeckt wurde. Die einzige Mitteilung davon fand ich in der Tabelle W. Staudinger's.

Durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Kustos Dr. E. Lampe erhielt ich das im naturhistorischen Museum der Stadt Wiesbaden aufbewahrte Original und vermag nun diese Lücke in der Literatur auszufüllen.

Der Gehirnschädelrest besteht aus den Schädeldache mit den Hornzapfen, der Hinterwand und einem Teile der Seitenwände. Von der Basis des Schädels ist nichts erhalten. Längs einer geraden Linie, die von dem Hinterhauptsloch zu den Stirnbeinen vor dem Hornzapfen läuft, ist der untere Teil desselben abgebrochen. In der Ansicht von hinten gewährt das Fossil einen eigenartigen Anblick, der hauptsächlich dadurch hervorgerufen wird, daß die Hornzapfen auf eine Strecke erhalten sind. Sie springen weit nach den Seiten vor, wie ich es bisher bei keinem anderen Schädel beobachtet habe. Auf der Rückwand des Schädels sind flach gewölbte Occipitalkämme vorhanden. Die Condyli occipitales sind gänzlich abgebrochen.

Wenn wir den Schädel von oben ansehen, erstaunen wir über die mächtigen Hornzapfenbasen. Annähernd dreieckig im Umrisse und fast flach bedecken sie den Schädel. Der linke, besser erhaltene ragt weit über den Hinterrand des Schädels, der rechte viel mehr beschädigte, namentlich in seinem vorderen Teile, bleibt in dieser Beziehung hinter dem anderen weit zurück. In der Ausdehnung seitwärts gleichen sich beide Hornzapfen. Durch den Abbruch des Schädels tritt die gewaltige Dicke der Schädeldecke (Stirnbein) deutlich zutage und enthüllt ein grobcavernöses Knochengewebe, das in die Seitenwände übergehend an Mächtigkeit bedeutend schrumpft.

Zum Schlusse möchte ich einige Maaßangaben anführen, die wir im vergleichenden Teile brauchen können.

Länge der Hornsockel (von vorne nach hinten)	202 *mm* [1]
Größte Breite der Hinterwand des Schädels	160
Stirnenge	148
Breite der Furche zwischen den Hornsockeln vorne	60
» » » » » » in der Mitte	10
» » » » » » hinten	50
Höhe der Hinterwand des Schädels vom oberen Rande des Foramen magnum bis zur Oberfläche des linken Hornzapfens	140

[1] Am linken Hornzapfen gemessen.

Über das geologische Alter beider letztgenannter Funde ist leider nichts sicheres zu erfahren gewesen.

Fund 52.

In der vorhin genannten Tabelle Staudinger's findet sich unter Nr. 15 ein Gehirnschädel genannt, über den der Autor keine Literutur anzugeben im stande ist. Da mir das hierher gehörige Original freundlichst von der geologischen Landesanstalt in Berlin zur Verfügung gestellt wurde, vermag ich diese Lücke auszufüllen, die sich um so unangenehmer fühlbar machte, als es sich um einen gut erhaltenen Schädel handelt.

Der ungemein dickwandige Gehirnschädel ist unmittelbar vor den Hornsockeln beschädigt, so daß man sowohl die geräumigen Stirnhöhlen als auch die Choanen zu sehen vermag. Vom Gesichtsteile ist, wie bei den weitaus meisten anderen Schädeln, gar nichts übrig geblieben. Der ganze Eindruck den der Schädel macht, ist sehr ähnlich dem von F. Römer beschriebenen Schädelfragment aus Kamnig bei Münsterberg (siehe Fund 40). Deutlich ist die würfelförmige Gestalt bemerkbar, bedingt durch die fast rechten Winkel, die die Schädelbasis und -decke mit der Hinterwand und den Seiten einschließen. Mächtig überragen die Hornsockel die Stirnbeine und lassen eine nur fingerbreite Rinne zwischen sich (Taf. I, Fig. 5). Zunächst horizontal verlaufend, wenden sie sich etwa 2 *cm* von den Seiten des Schädels plötzlich abwärts, reichen aber nur 2 bis 3 *cm* tief herab. Der übrige Teil ist bei beiden abgebrochen. Der rechte Hornzapfen ist übrigens auch an seiner Basis beschädigt [1], so daß die mediale Rinne auf dieser Seite viel seichter erscheint. Der linke erhebt sich dagegen bis zu 2 *cm* über dem Grunde der Rinne, dieselbe überhängend. Vorne und hinten verbreitert sich die Rinne deutlich. Die beschädigten Stellen der Hornzapfen lassen deutlich die kleinmaschig spongiöse Struktur derselben erkennen. Auch eine deutliche Halseinschnürung ist an der unteren Seite der Hornbasis bemerkbar. Die senkrechte, fast quadratische Hinterwand des Schädels (Taf. I, Fig. 5) zeigt deutlich den Hinterhauptskamm, wieder mit der flachen Krümmung und die tiefen Muskeleindrücke zu beiden Seiten der Schniepe. Im rundlichen Foramen magnum vermag man die Dicke der Hinterhauptswand zu ermessen; sie beträgt 25 bis 30 *mm*.

Das Basioccipitale ist ebenso wie der größte Teil des Basiphenoides mit den Temporalflügeln erhalten. Die Orbitalflügel sind stark beschädigt, Flügelfortsätze fehlen gänzlich. Die Schläfenbeinschuppe mit dem Petrosum, der Schläfenkanal und die Protuberantia glenoidalis sind beiderseits gut konserviert; dagegen fehlen die Gehörblasen, die Zungen- und Muskelfortsätze. Hinter dem Gelenke für den Unterkiefer sehen wir jederseits den Schläfenkanal, der oben mit mehreren Öffnungen — rechts vier und links zwei — und unten mit einer einzigen mündet.

In der Vorderansicht sieht man zwei große Öffnungen — die Choanen —, während über denselben sich zahlreiche Stirnbeinhöhlen eröffnen und die Dicke der Schädeldecke deutlich vor Augen führen. Ein Blick ins Innere der Gehirnkapsel zeigt die gut erhaltenen Furchen und Wülste, sowie die Sella turcica über dem Sphenoid. Aus der Enge der Rinne zwischen den Hornsockeln und der Länge der Basis derselben ist ersichtlich, daß der Schädel einem Männchen angehört.

Der Vollständigkeit halber füge ich noch eine Anzahl von Maaßangaben hinzu.

Länge der Schädeldecke in der Mittellinie	178 *mm*
Länge der Hornbasis	198, 187 [2]
Stirnenge	123

[1] Im vorliegenden Falle kann man die Vertiefung in dieser Basis nicht als Folge der Resorption der Knochensubstanz auffassen. Es fehlt nämlich auf dieser Seite die Wand der Rinne völlig, während sie auf der anderen Seite wohlerhalten ist. Eine einseitige Resorption ist mir aber von keinem der von mir untersuchten Schädel, weder vom recenten noch fossilen bekannt. Außerdem deutet die sonstige Beschädigung des Hornzapfens darauf hin, daß mechanische Einwirkungen den Sockel an dieser Seite erniedrigt haben.

[2] Die erste Zahl bedeutet den linken, die zweite den rechten Hornzapfen.

Abstand der Hornzapfenenden voneinander	225 *mm*
Größte Breite der Hinterwand des Schädels	175
Höhe der Hinterwand des Schädels vom unteren Rande des Condylus zur Kronnaht	117
Breite des Basioccipitale hinten	51
» » » vorne	54
Größte Tiefe der Rinne nach dem linken Hornzapfen beurteilt	26
Länge des Basioccipitale mit Foramen magnum	107
Größte Höhe des Schädels	170
Länge des Basisphenoides	33

Ich möchte noch anschließend erwähnen, daß die Farbe des Fossils ganz im Gegensatze zu den übrigen mir durch die Hände gegangenen lichtbraunen ja gelben Stücken, ein tiefes Braun ist.

Dieser Fund gehört dem Rixdorfer Horizonte an und hat mit diesem also das Alter gemeinsam. Er datiert aus dem älteren Oberdiluvium oder, um mit Penk zu sprechen, aus dem Würmglazial.

Fund 53.

Die einzige Erwähnung dieses Fundes, eines Gehirnschädelfragmentes aus Aschersleben findet sich in der tabellarischen Übersicht der deutschen Funde bei Staudinger, der mitteilt, daß dieses Stück durch E. Wüst erkannt wurde. Es ist dies der letzte auf deutschem Boden gefundene Rest eines Schädels des Moschusochsen.

Durch die Freundlichkeit des löblichen Magistrates der Stadt Aschersleben erhielt ich vier Photographien des Schädels, die es mir möglich machen, eine genaue Beschreibung desselben zu geben. Es handelt sich um den hintersten Teil der Gehirnkapsel.

Von den Stirnbeinen ist nur ein Teil erhalten, desgleichen von den Hornzapfen. Von diesen ist der linke besser erhalten als der rechte. Nach den Photographien zu urteilen, war das Tier beinahe voll erwachsen. Die Hinterwand des Schädels ist sehr gut erhalten. Was uns sofort auffällt sind die schwachgekrümmten Nackenkämme, die uns, wie im zweiten Teile der Monographie genauer dargelegt ist, über die Artzugehörigkeit des Fundes nicht im Zweifel lassen. Auf der Unterseite des Schädels fällt das nur wenig nach vorne sich verjüngende Basioccipitale auf, das ebenfalls zur Rassenbestimmung des Fundes viel beiträgt. Vor dem Basisphenoid ist der Schädel abgebrochen. Da die Photographien in natürlicher Größe ausgeführt sind, vermag ich auch einige Maße zu geben, zumal auch solche an den Photographien angegeben sind.

Größte Breite der Hinterwand des Schädels	170 *mm*
Breite des Basioccipitale hinten	52
» » » vorne	44
Höhe der Hinterwand des Schädels (von Processus mastoideus zur Oberfläche des Hornzapfens gemessen)	160

Über das geologische Alter konnte ich leider nicht Näheres erfahren.

Die folgenden elf Funde umfassen Zähne, Wirbel und sonstige Knochenstücke.

Fund 54.

Ein Backenzahn des Unterkiefers, und zwar der zweite Molar wurde von Nehring in den Gypsbrüchen bei Thiede (bei Wolfenbüttel) aufgefunden, ohne daß über ihn eine weitere Nachricht folgte. Da es sich bei den Funden 54 bis 64 um keine Schädelreste handelt, brauchen wir uns mit der Feststellung des geologischen Alters nicht aufzuhalten.

Fund 55.

Zwei Backenzähne aus dem Czernitzer Tunnel (Oberschlesien) wurden mir vom geologischen Universitätsinstitut Berlin freundlichst zugleich mit dem Funde 52 übersandt.

Fund 56.

Hierher gehört ein Backenzahn aus dem Tunnel bei Orlowietz bei Rybnik (Schlesien).

Fund 57.

Ein Atlas aus Trotha bei Halle wird von Nehring einem Weibchen zugeschrieben.

Fund 58.

Vier Halswirbel und ein Brustwirbel aus Schönwarling, Kreis Dirschau (Westpreußen) wurden von Meissner und W. Staudinger bestimmt. Ebenso ist über die weiteren Funde nichts Genaueres bekannt.

Fund 59.

Ein Lendenwirbelfragment aus der Kiesgrube Körner bei Rixdorf bestimmte Staudinger.

Fund 60.

Ein Metacarpale sin. aus Niederlöhme bei Königswusterhausen.

Fund 61.

Abermals ein Metacarpale sin., vielleicht aus Thüringen, findet sich auch nur bei Staudinger erwähnt.

Fund 62.

Mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit können hier drei Zähne genannt werden, die A. Nehring unter dem Material aus der »Wildscheuer« bei Steeten an der Lahn bestimmte.

Fund 63.

Ebensoviel Aussicht auf Wahrscheinlichkeit haben Extremitätenknochen aus dem »Hohlefels« im Achtal, die O. Fraas erwähnt.

Fund 64.

Endlich hätten wir noch ein Knochenstück aus Kirchheim a. d. Eck zu nennen, daß C. Mehlis zu *Ovibos* stellt.

Nunmehr wenden wir uns den fünf letzten Ländern zu, in denen Reste unseres Tieres gefunden wurden.

Fund 65.

Im Jahre 1855 wurde von Mr. Lubbock bei Maidenhead an der Themse der Rest eines Schädels gefunden. Nach der Angabe Owens, der diesen Fund beschreibt, besteht derselbe aus der Gehirnkapsel, auf der die Hornzapfen bis auf die Spitze des linken unversehrt geblieben sind. In der Abbildung auf p. 127 ist merkwürdigerweise die Spitze ganz erhalten. Noch interessanter ist aber folgendes. Auf derselben Abbildung sieht man unter den Hinterhauptscondylen zwei eigentümliche, dreieckige Gebilde,

deren Bedeutung nicht schwer zu erkennen ist, es sind die den Winkel bildenden Teile des Unterkiefers. Aus der Beschreibung aber ersehen wir, daß ein Unterkiefer nicht gefunden wurde.

Auch B. Dawkins weiß in seiner 17 Jahre später über die englischen Funde erschienene Monographie nichts über diesen Unterkiefer zu berichten, so daß man auch die übrigen Abbildungen mit großer Skepsis aufnehmen muß. Dies betrifft namentlich Fig. 5, auf der die Verschmälerung des Schädels in einer Weise übertrieben ist, daß man eher an eine *Antilope saiga* als an einen Moschusochsen denkt. Daß unter solchen Umständen die abgebildeten Schädel keine besonders sicheren Schlüsse über die Unterschiede zwischen dem recenten und fossilen Moschusochsen zulassen, ist klar und ich werde an einer anderen Stelle dieser Arbeit ein Kapitel dieser Frage widmen.

Aus der Beschreibung entnehmen wir zunächst, daß der Schädel recht lange Hornzapfenbasis besitzt (173 *mm*). Schon daraus sind wir imstande gewisse Schlüsse über die Verwandschaftsverhältnisse dieses Schädels zu den anderen bekannten zu ziehen. Daß der geringste Abstand der Basis der Hörner 13 *mm* beträgt, sagt uns mit dem vorhin genannten Umstande deutlich, daß es sich um den Schädel eines Männchens handelt.

Für die richtige Einteilung desselben ins System der *Ovibovina* gibt das Verhalten des Nackenkammes ein Fingerzeig, indem derselbe in zwei schwachgekrümmten Bogen verläuft.

Die sichersten Anhaltspunkte über die Gestaltung des Schädels geben uns die Maßangaben, die ich hier nach der Umrechnung auf Millimeter [1] wiedergebe.

Breite des Schädels zwischen den Orbitalrändern	280 *mm*
Größte Breite der Hinterwand des Schädels	197
Höhe der Hinterwand des Schädels vom oberen Rande des Hinterhauptsloches zur Mitte der Kranznaht	95
Abstand des äußeren Randes des einen Condylus zu demselben Punkte des anderen	127
Länge der Hornzapfenbasis	178
Länge des Hornzapfens an dem äußeren Rande gemessen	280
Tiefe der Rinne zwischen den Hornbasen	13
Geringste Breite derselben	10

Anschließend an diese Abhandlung Owen's findet sich eine Schilderung der geologischen Verhältnisse des Fundortes von J. Prestwich.

Fund 66.

Abermals ein Schädelfragment, das von J. Lubbock bei Green Street Green gefunden wurde und das einem Männchen angehört, wie man der diesbezüglichen Mitteilung B. Dawkin's entnehmen kann. Mehr konnte ich leider nicht erfahren, zumal mir auch das Original nicht erreichbar war.

Fund 67.

Ein Schädelteil, die Basalknochen umfassend, wurde von Mr. Lucy bei Barnwood in der Nähe von Gloucester entdeckt und von dem genannten Autor auch beschrieben.

Der bei Barnwood gefundene Schädel lag in Gesellschaft des Mammuts und des wollhaarigen Rhinoceros. Nach Dawkins fanden sich in gleichartigen Schichten von Echington, Cropthorne, Perskore, Strond, Beckford, Fladbury, Worcester, Upton, Tull Court Reste von *Hippopotamus maior, Elephas Antiquus, Bos primigenius, Bison priscus, Cervus elaphus, C. tarandus, Equus caballus, Sus scrofa ferus.*

Es kommt ihn nach Dawkins ebenso wie den Funden 65 und 71 postglaziales Alter zu.

[1] 1 englischer Zoll = 25·42 *mm*.

Die weiteren Funde interessieren uns nicht, da keine Schädel dabei sind und wir die entsprechenden phylogenetischen Studien nur an diesen durchzuführen imstande sind.

Fund 68.

Der Verfasser der genannten Monographie über die englischen *Ovibos*-Reste, B. Dawkins, berichtet sehr eingehend über einen von ihm selbst gemachten Fund bei Crayford in Kent im Jahre 1866. Das Stück, um das es sich handelt, besteht aus einem Schädel, dem die Gesichtsknochen fehlen; dagegen sind die beiden Hörner völlig unversehrt.

Das Basioccipitale ist deutlich viereckig. Die hinteren Muskelleisten (Höcker) sind quergestellt und in der Mitte durch eine deutliche Rinne getrennt, wie wir es bei zahlreichen deutschen Funden gesehen haben. Die vorderen Muskeleindrücke nähern sich einander bis auf einen niedrigen Kamm, der sie trennt. Noch weiter vorne — an der Spitze des Basioccipitales — trennt sie eine Furche. Basi- und Präsphenoid sind gegeneinander geknickt, woraus der Autor auf die Verwandtschaft des Moschusochsen mit den Schafen schließt. [1] Das Foramen magnum ist kreisrund.

Ein Blick auf die Hinterwand des Schädels zeigt uns zwei tiefe Muskeleindrücke unter dem Nackenkamm. Den Verlauf desselben kann man leider nicht gut verfolgen, da der Schädel in dieser Partie sehr abgerieben ist.

Die Hornbasen bieten, wie immer, sehr viel interessante Tatsachen. Es fällt schon B. Dawkins auf, daß die Hornbasen sich nicht ausdehnen »as far back as the occiput«; also sind sie kürzer als die der bisher von uns erwähnten männlichen Schädel — die weiblichen natürlich ausgeschlossen. Auch der Zwischenraum von 17 *mm*, der sie trennt, ist etwas ungewöhnlich. Wohl erwähnt B. Dawkins die wohlerhaltenen Hornscheiden, glaubt aber mit Rücksicht darauf, daß sie mit denen eines recenten Tieres übereinstimmen, von ihrer Beschreibung Abstand nehmen zu dürfen.

Auf derselben Seite (23) findet sich jedoch eine Äußerung, die von höchster Wichtigkeit ist. Es heißt daselbst nämlich, daß in einer Entfernung von 38 *mm* vom Vorderende der Hornzapfen ein Kamm quer über die Stirnbeine läuft, von dem Rande des einen Augentrichters zum anderen, und daß er ist »much more pronounced than in any of the skulls of the existing Musk Sheep«. Dieser Kamm, »viel deutlicher ausgeprägt als bei irgendeinem anderen recenten Schädel«, muß unser Interesse sehr in Anspruch nehmen, zumal wenn ich daran erinnere, daß Staudinger seinen »*Praeovibos priscus*« (*Ovibos fossilis* Kow.) ja auch unter anderem auf Grund von Orbitalbeulen aufgestellt hat, die das gewöhnliche Maß, wie man es beim recenten *Ovibos* findet, weit überschreiten. Es wird also dieser Punkt uns noch im zweiten Teile eingehender zu beschäftigen haben.

Höchst merkwürdig ist übrigens, daß der Crayforder Schädel über Ausmaße verfügt, die die gewöhnlichen stark überschreiten, worüber ebenfalls im zweiten Teile des näheren berichtet wird. Vorläufig teile ich nur die umgerechneten Maße aus B. Dawkins genannter Monographie mit.

Länge des Basioccipitales und Basisphenoides	127 *mm*
Breite des hinteren Muskeleindruckes am Basioccipitale	63
» » vorderen » » »	63
» » Basisphenoides hart an der Präsphenoidgelenkung	13
Höhe des Occipitale	140
Breite der Hinterwand des Schädels	178 [2]

[1] Ich habe es in der vorliegenden Monographie, ebenso wie in der »Fauna arctica« vermieden, den Verwandtschaftsbeziehungen zwischen *Ovibos*, sowie *Bos*, *Ovis* und *Antilope* näher zu treten. Die Gründe sind dieselben, die ich in der zoologischen Arbeit angeführt habe. Erst müssen sämtliche hier in Betracht kommende *Genera* monographisch bearbeitet werden, und zwar sowohl ihre recenten als fossilen Vertreter, bevor man der Frage nach den Verwandtschaftsverhältnissen der Hohlhörner nahe treten kann.

[2] Beschädigt; deshalb das Maß in Wirklichkeit größer.

Breite des Foramen magnum im Mittel	33 *mm*
» » » » an der Oberfläche	30
» » » » am Grunde	6
Querdurchmesser des Condylus	40
Vertikaldurchmesser des Condylus	65
Stirnbreite zwischen den Orbiten	216
Länge der Hornzapfenbasis	229
Umfang der Hornzapfen	440
Länge » »	364
Geringster Abstand der Hornsockel von einander	10

Dem vorliegenden Funde schreibt Dawkins ein höheres Alter zu, und zwar mittelpleistocänes. Er spricht von präglazial, mit dem Beifügen, er verstehe darunter die Zeit vor der Ablagerung des Boulder-clay im Themsetale.

Geikie's Einteilung des Quartärs zeigt nun, daß es zwei Boulder-clay Ablagerungen in England zu unterscheiden gibt, den »Lower boulder-clay«, der das II. Glazial »Saxonian« darstellt und den »Upper boulder-clay«, der dem III. Glazial angehört. Eine kurze Überlegung zeigt, daß Dawkin's Boulder-clay nur der obere sein kann; demnach entspricht den Funden von Crayford das Alter des II. Interglazials oder das »Helvetian«. Alle die genannten Funde haben also — um in deutschen Verhältnissen zu sprechen — postglaziales Alter.

Fund 68.

Drei Molaren und der vierte [1] Prämolar der rechten Seite eines Unterkiefers wurden außerdem bei Crayford in Kent entdeckt und von W. Davies beschrieben. Die Zähne wurden noch mit dem Kiefer verbunden gefunden, doch hinderte der schlechte Zustand des Knochens die Möglichkeit, ihn aufzubewahren. Diese Zähne gehören einem völlig ausgewachsenen Tiere an. Die vom Autor beigefügten Zahlenangaben können ganz gute Verwendung finden und lasse ich sie deshalb folgen.

Länge der ganzen Reihe der vier Backenzähne . . . . 142 *mm.*

	P. M.	M. I.	II.	III. [2]
Länge von vorne nach hinten	22 *mm*	28 *mm*	36 *mm*	47 *mm*
Querdurchmesser des ersten Lobus	13 »	20 »	20 »	20 »
» » zweiten »	11 »	18 »	18 »	16 »
» » dritten »				9 »

Mit diesem Funde haben wir das Vorkommen des diluvialen Moschusochsen in England erledigt und kommen nun zum drittletzten Kapitel des ersten Teiles dieser Monographie, zur Besprechung der französischen Funde. Frankreich hat bis jetzt die wenigsten Vorkommnisse des diluvialen Moschusochsen aufzuweisen, wenn zwar diese dadurch an Interesse gewinnen, daß unter ihnen eines den südlichsten Punkt einnimmt, den ein Moschusochs überhaupt erreicht hat.

Fund 69.

Ein hierher gehöriges Schädelstück muß unsere Aufmerksamkeit in nicht geringerem Grade fesseln als das Frankenhausener Stück, auf Grund dessen Staudinger seinen »*Praeovibos priscus*« aufstellte.

[1] Ist ein Irrtum, denn es muß heißen der dritte Prämolar, da *Ovibos* nur drei Prämolaren und drei Molaren besitzt.

[2] P. M. = Prämolar, M. I. = I. Molar.

Das in Betracht kommende Schädelfragment stammt aus Trimingham in Norfolk und wurde von einem Fischer im Jahre 1883 gefunden. Es besteht aus dem obersten Teile des Occipitale, den ganzen Scheitelbeinen und Stirnbeinen mit dem Basalteile der zwei Hornzapfen und der hinteren Hälfte des linken Augentrichters. Außerdem sind beide Tränenbeine und Reste der Kiefer vorhanden.

Wenn B. Dawkins das Stück als Weibchen aufgefaßt hat, so konnte dies nur dadurch geschehen, daß zu seiner Zeit das Genus *Ovibos* noch von niemandem genauer studiert worden war, sonst hätte schon die Länge der Hornzapfenbasis (127 *mm*) ihn belehren müssen, daß Weibchen niemals so breite Zapfenursprünge besitzen. Völlig unverständlich ist es aber, wenn der genannte Autor, der sonst gut zu urteilen wußte, zwischen dem Stück von Trimingham und einem recenten oder einem anderen fossilen Schädel wirklich keinen Unterschied herauszufinden vermochte. Der Ansicht Staudinger's, daß die Orbitalbeulen, wenn sie auch vorhanden sind, doch keine besondere Höhe erreichen, stimme ich völlig bei. Aber ich sehe gerade darin einen sehr wertvollen Wink für die richtige systematische Auffassung des Schädels von Trimingham. Wenn sowohl der Fund von Frankenhausen als auch der letztgenannte in vielem übereinstimmen, so muß doch die größere Länge der Hornbasen bei dem Schädel von Trimingham, sowie der Umstand, daß die Orbitalbeulen bei ihm nicht so auffällig ausgebildet sind wie bei ersterem, und endlich sein geringerer Abstand der Hornbasen völlig klar beweisen, daß wir zwei verschiedene Rassen vor uns haben. Und wenn wir erst — wie es im zweiten Teile der Arbeit geschehen wird — diese beiden genannten Schädel mit den recenten Rassen des Moschusochsen vergleichen, dann wird es doppelt klar werden, welche Wichtigkeit dem Schädel von Trimingham zukommt.

Für spätere Zwecke übertrage ich gleich hier anschließend die gegebenen Dimensionen in unser Maßsystem.

Abstand des Nackenkammes von der Nasenstirnbein-Naht	237 *mm*
Breite der Stirn an der Stirnscheitelbein-Naht	110
» » » vor den Hornzapfen	83
Abstand des Augentrichters vor der medialen Naht der Stirnbeine	114
» » » » » Gesichtsfläche der Kiefer	51
Geringster Abstand der Hornsockel	33
Basisumfang der Hornzapfen	280
Länge der Hornzapfen	127

Der hier besprochene Schädelrest ist der älteste aller Funde. Er stammt nach B. Dawkins aus dem Forestbed von Trimingham. In seiner Arbeit [1] zählt dieser Autor den Moschusochsen noch nicht zu den Formen, die im Frühpleistocän in England gelebt haben, da der vorliegende Fund erst 1883 gemacht wurde. So kommt es, daß wir in der Tabelle in der erwähnten Arbeit den Moschusochsen erst in der mittleren Abteilung des Pleistocän auftreten sehen. Das unzweifelhafte Vorkommen des Tieres in dem Forestbed verleiht ihm jedoch Ansprüche auf das Alter des ersten Interglazial nach Geikie (»Norfolkian«). Im zweiten Teile der vorliegenden Abhandlung werde ich noch auf diesen Fund und sein Alter ganz besonders zu sprechen kommen, da er für die Bestimmung der Herkunft des Moschusochsen ungemein wichtig ist.

Fund 70.

Einer eigentümlichen Fundstätte entstammt der hierher gehörige Schädelrest. Er wurde am Meeresgrunde an der Ostküste von England (Doggerbank) gedredscht und besteht aus den Scheitel- und Stirnbeinen mit den Hornzapfen. Außerdem ist noch die rechte Orbita ein Stück weit erhalten. Ein Riß, der durch die Kreuznaht geht, trennte die Hinterhauptsgegend und ebenso die Basalknochen von dem übrigen Gehirnschädel ab, welche Knochen verloren gegangen sind. Der Erhaltungszustand gleicht ungefähr dem des

[1] Quaterly Journal of the Geological Society of London, Vol. XXVIII, 1872, p. 410.

Schädelfragmentes aus Bielschowitz, da man in die Hirnhöhle des vorliegenden Fundes sehen kann, wobei die Dicke der Scheitel- und Stirngegend ermessen werden kann. Die erstere beträgt 57 *mm,* die letztere 52 *mm.*

Die Hornzapfenbasen sind wieder ungemein lang und sind ausgehöhlt (deeply excavated) an der oberen Fläche. Woher diese Vertiefungen stammen, wissen wir sehr wohl; es sind die vielfach genannten Resorptionsbildungen der Hornbasis beim ausgewachsenen Tiere.

Der Autor erwähnt auch die Stirnenge, obwohl sie auf der Zeichnung nicht gerade gut zum Ausdrucke kommt. Interresant ist die weitere Beobachtung, daß der bei alten Männchen oft deutlich ausgebildete Kamm im vorliegenden Schädel nur als sanfte Erhebung angedeutet ist. Einige Maße vervollständigen die Beschreibung.

Längsdurchmesser der Hornbasen	160 *mm*
Länge der Hornzapfen	165
Umfang der Basis der Hornzapfen	307
Geringster Abstand der Hornsockel	6
Abstand der Hornsockel hinten	26
» » » vorne	33

Angeblich rührt dieser Fund ebenfalls aus dem Forestbed her. Erstens ist aber der Fundort nur vermutungsweise bestimmt worden und dann zeigt der Fund selbst so viele Eigentümlichkeiten, die auf ein viel jüngeres Alter hinweisen, daß ich ihm unmöglich ein hohes Alter zuerkennen kann.

Näheres darüber im zweiten Teil der Monographie.

Fund 71.

Aus Freshford bei Bath stammen die zwei hier einzureihenden Schädelreste. Der eine Schädel gehört einem Weibchen an, der andere einem Männchen. Leider hat B. Dawkins, der in seiner Monographie über die geologischen Verhältnisse dieses Fundortes gar vieles mitgeteilt hat, eine Beschreibung der Fundstücke nicht geliefert. Der auf Taf. V in Fig. 1 der zitierten Abhandlung abgebildete weibliche Schädel aus Freshford ist nicht gerade sehr gut geraten, so daß man aus ihm eigentlich nicht viel schließen kann. Das einzige wertvolle sind die leider auch sehr beschränkten Angaben der Vermessungen, aus denen man doch einen Schluß auf die Beschaffenheit beider Schädel ziehen kann. Ich lasse sie hier folgen, wobei die linksstehende, erste Zahl den männlichen Schädel betrifft, die rechtsstehende zweite den weiblichen.

Länge der Basis der Hornzapfen	165 *mm*	86? *mm* [1]
Umfang des Hornzapfens	355	211
Länge » »	—	181
Geringster Abstand der Hornsockel	6	25

Fund 72.

Der hierher gehörige, recht gut erhaltene Schädel wurde von Wm. T. Ramie bei Frampton-on-Severn bei Stonehouse entdeckt. Die für die vergleichenden Studien der Schädel notwendigen Beobachtungen sowie etwaige aus den Abbildungen zu ergänzende Angaben will ich hier anführen. Der Schädel gehört einem völlig ausgewachsenen Männchen an und besteht nach Andrew's Angaben aus der Gehirnkapsel, an die sich vorne ein geringer Teil der Orbiten anschließt. Das Basioccipitale zeigt die Gestalt eines

[1] Diese Zahl habe ich nach der Abbildung bestimmt; doch scheint sie mir ziemlich unsicher, deshalb das Fragezeichen. Nach der Abbildung beträgt zum Beispiel der geringste Abstand der Hornbasen beim Weibchen 18 *mm*, während der Autor diese Zahl in der vergleichenden Maßtabelle, p. 12 mit 25 angibt.

Quadrates, ebenso die Hinterwand des Schädels. Der Autor übergeht das Verhalten des Occipitalkammes, der ganz gut auf der Abbildung zu sehen ist und eine flache Wölbung aufweist. Außerdem sehe ich auf dem Bilde etwas, was mich an Eckert's Untersuchungen gemahnt. Auf der Scheitelfläche sieht man nämlich eine Rinne in der Mittellinie des Schädels und rechts und links von ihr je eine Erhebung.

Es könnten diese beiden Erhebungen recht gut in Einklang gebracht werden mit den mit *l* bezeichneten Längskämmen zwischen der Basis der Hornzapfen, wie sie Ecker abbildet. Ich habe die zwei Abbildungen nebeneinandergestellt und füge dem fossilen Schädel aus England die Bezeichnungen hinzu, wie sie nach der Zeichnung Eckert's ihm zukommen müßten. Die von Andrews erwähnte Mulde in der Hornzapfenbasis ist natürlich zum Teile wieder nichts anderes als eine Folge der Resorption.

Der Vollständigkeit halber erwähne ich gleich anschließend einige Dimensionen.

Größte Breite der Occipitalfläche	132 *mm*
Höhe derselben vom Foramen magnum zum Scheitel des Lambdoidkammes [1]	82
Stirnenge	155
Länge der Basis der Hornzapfen	188
Geringster Abstand derselben	10

Über den hierher gehörigen Schädel erfahren wir nur, daß er in Gesellschaft des *Bos primigenius* am Grunde eines Kieslagers von zirka 11 Fuß Mächtigkeit gefunden wurde. Zweifellos gebührt ihm dasselbe Alter, wie den Funden 57 bis 59 oder 63. Er ist postglazial.

Fund 73.

Dieser und der folgende Fund sind die zwei jüngsten, die auf englischem Boden gemacht wurden. Zu 74 gehört ein Epistropheus, ein Teil einer linken Elle und ein rechtes Oberschenkelfragment. Sie wurden von B. Hale Wortham im Jahre 1902 entdeckt. Da ich im zweiten Teile dieser Monographie auf einzelne Wirbel und Extremitätenknochen nicht eingehen werde, habe ich keinen Grund, näher auf diesen Fund einzugehen. Der Autor findet heraus, daß sowohl der Epistropheus als auch die Ulna größer und stärker sind als die korrespondierenden Knochen beim rezenten Tiere. Er zieht nur einen Moschusochsen zum Vergleiche heran. Ich habe zwar die Studien über das Skelet des Moschusochsen noch nicht ganz abgeschlossen, kann aber schon heute sagen, daß das, was ich für den Schädel konstatiert habe, auch für die übrigen Teile des Skeletes gilt. Mit anderen Worten auch Wirbel und Extremitäten unterliegen oft großer, durch die Rassenzugehörigkeit bestimmter Variabilität. Wenn der Autor die zweiten Wirbel der von mir unterschiedenen Rassen verglichen hätte, würde er gefunden haben, daß der westliche Typus des rezenten Tieres [2] auch so kräftige Wirbel hat wie der nacheiszeitliche diluviale Moschusochse Europas und Asiens.

Derselbe Einwand muß auch gegen die unrichtige Äußerung: »das der Femur länger und schlanker zu sein scheint, als der Oberschenkelknochen des rezenten Tieres« geltend gemacht werden.

Fund 74.

Er umfaßt ein Nasenbein, eine Tibia und einen Astragalus, die von Blackmore bei Fisherton gefunden wurden. Aus kurz vorher angegebenen Gründen gehe ich auf diese Stücke weiter nicht ein, zumal sie mir nicht zu Verfügung standen.

---

[1] Hier dürfte ein Irrtum unterlaufen sein, indem der Autor den Nackenkamm meint. Ein Lambdoidalkamm ist mir ganz unbekannt.

[2] *Ovibos mackenzianus* Kow. Siehe auch das über Fund 80 Gesagte.

Fund 75.

Das bisher gehörige Schädelfragment besteht aus der Schädeldecke mit den Hornzapfen und den Orbiten und stammt von Précy. An der Kronnaht ist das Stück abgebrochen, so daß die ganze Hinterwand des Schädels fehlt. Aus der großen Entfernung der Hornbasen schließt Lartet, daß das Tier ein Weibchen war und aus der noch nicht vollzogenen Obliteration der Nähte, daß es noch nicht völlig erwachsen war. Dieser Ansicht kann ich mich anschließen. Der Autor erwähnt noch die große Dicke des Schädels, die an den Abbruchstellen sichtbar sei. Leider fügt derselbe seiner Abhandlung keine Abbildung bei. Dies ist um so merkwürdiger, nachdem B. Dawkins in seiner so oft erwähnten Monographie von einer Figur spricht, die Lartet seiner Arbeit beigefügt haben soll.

Fund 76.

Der älteste Fund auf französischem Boden verdankt seine Entdeckung dem Abbé Lambert, der 1859 bei Viry-Noureuil bei Chauny einen Zahn von *Ovibos* fand. Die diesbezügliche Nachricht findet sich bei Lartet, so daß ich auf die Sache weiter nicht einzugehen brauche.

Fund 77.

Dieser Fund hat eine besondere Bedeutung dadurch bekommen, daß er der südlichste ist, an dem das ehemalige Vorkommen des Moschusochsen festgestellt wurde. Die Ortschaft heißt Gorge d'Enfer, in Perigord und liegt am 45° n. Br. In den Schlußbemerkungen der vorliegenden Arbeit werden wir über die Bedeutung dieser Tatsache noch näheres erfahren.

Fund 78.

Und endlich hätten wir noch den Fund zu erwähnen, den Harlè beschreibt. Der Schädelrest ist merkwürdig anzusehen. Falls keine Verzeichnung vorliegt, würde ich nicht zögern zu behaupten, daß es sich um einen besonderen Typus des diluvialen Moschusochsen handelt, wahrscheinlich um einen nahen Verwandten von *O. fossilis* Kow. (Staudinger's »*Praeovibos priscus*«). Leider habe ich das Stück im Originale nicht sehen können, hoffe aber später einmal doch dies nachholen zu können.

Fund 79.

In Schweden kam ein Fund des diluvialen Moschusochsen ans Tageslicht, der aus dem unteren Teil einer Tibia besteht. Da jedoch nur Schädel vorläufig Gegenstand unserer Untersuchung sein können, besitzt der Fund nur durch die Lage seines Ortes eine Bedeutung. Nathhorst glaubt nämlich, daß durch ihn bewiesen sei, daß der Moschusochs am Beginne der Eiszeit durch Skandinavien nach Europa kam.

Fund 80.

Einen 5. Halswirbel, der unzweifelhaft einem Moschusochsen angehört, beschreibt und bildet Hescheler ab. Was die Beschreibung besonders für mich wichtig macht, ist der Umstand, daß der Autor das Fossil mit dem 5. Wirbel eines rezenten Moschusochsen vom Mackenziefluße in Nordamerika vergleicht und findet, daß beide identisch sind. Während ich sonst andere Skeletteile als Schädel überhaupt nicht berücksichtige, mache ich hier insoweit eine Ausnahme, daß ich auf dieses Übereinstimmen des Wirbels eines diluvialen *Ovibos* von Europa mit dem lebenden Typus *O. mackenzianus* hinweise. Im zweiten Teile der vorliegenden Arbeit werden wir nämlich sehen, daß die diluvialen Moschusochsen von Europa und Asien direkte Vorfahren des Typus *O. mackenzianus* (mit Tränengrube) sind, was auch durch diesen ausnahmsweise erwähnten Wirbelfund bestätigt wird.

Fund 81.

Im Nachtrage muß ich hier einen Fund erwähnen, der eigentlich bei Österreich hätte aufgezählt werden sollen, mir aber erst nach Fertigstellung des Manuskriptes bekannt wurde, so daß ohne große Änderungen seine Aufstellung dort unmöglich war.

Auch in unserem Schwesterstaat Ungarn ist ein Fund zu verzeichnen. Nach langem Suchen erfuhr ich, daß sich der Gegenstand dieses Fundes im Budapester Nationalmuseum befinde. Es handelt sich um einen Hirnschädel, der leider sehr stark beschädigt ist. Dies hindert das Bestimmen von Dimensionen und damit läßt sich über das Verhältnis dieses Schädels zu den anderen leider nichts sagen.

II. Ergebnisse einer vergleichenden Untersuchung der bisher aus dem Diluvium Europas und Asiens bekannten Reste des Moschusochsen.

Hatten im ersten Teile der Arbeit die so zahlreichen Fundorte des diluvialen Moschusochsen unsere Aufmerksamkeit in Anspruch genommen, so hat der zweite Teil die notwendig sich ergebende Frage zu lösen: »In welchem Verhältnisse stehen die gefundenen Reste zueinander?«

Die Beantwortung einer solchen Frage knüpft sich zunächst an die Bedingung, daß die Gesichtspunkte der vergleichenden Untersuchung bekannt sind. In dieser Beziehung kam es mir ungemein zustatten, daß ich mich eingehends mit dem Studium der Verwandtschaftsverhältnisse des lebenden Moschusochsen beschäftigt hatte. Die dabei gewonnenen Gesichtspunkte ermöglichten es mir, von vorne herein angeben zu können, welche Teile des hier allein in Betracht kommenden Schädels des fossilen Tieres die Möglichkeit zur Feststellung der Verwandschaftsbeziehungen bieten.

Beim Studium der Rassen des lebenden Moschusochsen waren es zunächst die Tränenbeine, die eine Scheidung der Rassen in zwei Gruppen ergaben,[1] solche mit Tränengrube und solche ohne dieselbe. Was sich beim recenten Tiere so vorzüglich bewährt hatte, kann leider für die Untersuchung des fossilen Tieres in dem Falle keine Verwendung finden. Wohl zeigen einzelne diluviale Schädel deutlich erhaltene Tränenbeine. Bei der bei weitem größten Anzahl der Schädel fehlen sie jedoch gänzlich.

Schon den älteren Autoren ist es aufgefallen, daß die fossilen Schädel des Moschusochsen gewöhnlich ohne Gesichtsteil gefunden werden. Sie erklärten die Tatsache ganz richtig damit, daß der letztere durch seine viel schwächeren Knochen der Vernichtung viel mehr ausgesetzt sei als der Gehirnteil. Weniger beachtet wurde dagegen der Umstand, daß die Abbruchstelle der vorderen Partie des Schädels fast immer dieselbe ist. Dies hängt aufs innigste mit den anatomischen Verhältnissen des Moschusochsenschädels zusammen. Während die von den Hornzapfen bedeckte Schädeldecke eine große Dicke aufweist, gilt dies von dem vorderen Teile der Stirnbeine nicht mehr. Dieselben werden gegen die Nasenbeine zu immer schwächer und bieten dadurch eine günstige Stelle zum Abbruch. Diese liegt vor den Hornbasen unmittelbar an der Stirnenge oder doch nur einige Millimeter vor derselben.

Beim Vernichtungsprozeß des eingelagerten Schädels werden zunächst die Nasenbeine infolge ihrer ungemein leichten Verbindung mit dem Gehirnteile losgelöst. Damit sind den zerstörenden Kräften sehr günstige Angriffspunkte in den entblößten Kanten der Oberkiefer gegeben. Mit ihrer Vernichtung ist aber auch das Schicksal sämtlicher übriger Gesichtsknochen besiegelt. Da auch der Unterkiefer sehr zeitig

---

[1] Siehe Fauna arctica.

vom Schädel abfällt — vielleicht noch früher als die Nasenbeine — bleibt nur der Gehirnschädel übrig, im allergünstigsten Falle mit der Orbita oder einem Teile derselben und dem Lacrymale.

Die Gehirnkapsel bietet jedoch der Zerstörung viel größeren Widerstand entgegen, schon weil sie so dicke Wände hat. Dazu kommt aber noch, daß nach Verlust der Hörner, der zweifellos bald erfolgt, der übrige Teil des Gehirnschädels der kugeligen Gestalt sehr nahe steht, namentlich wenn auch die Hornzapfen fehlen. Nun ist aber die mehr weniger abgerundete Form eines Körpers die günstigste für den Transport durch Wasser, da dabei meistens nur eine Abscheuerung der vorstehenden Punkte erfolgt. Damit ist es auch erklärt, daß einige fossile Schädel uns noch halbwegs gut erhalten sind, obwohl sie weite Strecken vom Wasser gerollt wurden. [1] Da aus dem vorhergehenden klar hervorgeht, daß nur in den seltensten Fällen das Lacrymale am fossilen Schädel erhalten bleibt, so müssen wir darauf verzichten, dasselbe als Unterscheidungsmerkmal der Schädel verwenden zu können.

Nicht viel besser — eher noch schlechter — ergeht es uns bei dem Versuche, die Lage der Fossa sphenomaxillaris zur Feststellung der Zusammengehörigkeit von fossilen Schädeln zu benützen.

Wie meine Untersuchungen an recenten Schädeln bewiesen haben, zeigt die genannte Fossa bei den verschiedenen Rassen ein konstantes Verhalten, indem sie bei der einen Rasse in gleicher Linie mit dem Hinterende der Backenzahnreihe liegt, während sie bei andern nur wenig, bei einer Rasse endlich sehr weit zurücksteht. Da aber nur wenige Fossile diese Region erhalten haben, kann auch dieses Merkmal in erster Linie nicht in Betracht kommen.

Zum Glück gibt es nun aber am Moschusochsenschädel Teile, die selbst an stark beschädigten Exemplaren noch deutlich genug erhalten sind und denen ein hoher klassifikatorischer Wert zukommt. Dies ist vor allem die Basis der Hornzapfen. In der Fauna arctica habe ich meine diesbezüglichen Beobachtungen niedergelegt. Sie ergeben die Tatsache, daß Schädel von gleichem Alter und Geschlecht nach der Beschaffenheit ihrer Hornbasen ohne Schwierigkeit einzelne konstante Rassen erkennen lassen, deren es nach meinen Untersuchungen mindestens fünf gibt.

Zwei Rassen (*Ovibos mackenzianus* Kow. und *Bosovis*[2] *melvillensis* Kow.) zeichnen sich durch ungemein lange und dabei niedrige Hornbasen aus. Ihnen gegenüber stehen drei Rassen mit kurzen und hohen Hornbasen. Weitere Trennung der letzten Gruppe war auf Grund von Färbungsunterschieden[3] sehr leicht zu bewerkstelligen, was natürlich für die Untersuchung fossiler Vertreter des *Ovibos* völlig undurchführbar ist. Aber schon die Möglichkeit, zwei verschiedene Gruppen auf Grund der Hornbasislänge trennen zu können, muß zu dem Versuche führen, die bisher bekannt gewordenen fossilen Schädel von diesem Gesichtspunkt aus zu vergleichen. Wie wir im weiteren sehen werden, gibt diese Methode sehr gute Resultate.

Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal bietet nach meinen Untersuchungen das Verhalten des Nackenkammes. Wie bekannt, bildet dieser die obere Grenze der senkrechten Hinterwand des Schädels und besteht aus zwei Bogen, die in der Mitte der Wand zusammenstoßen. Von diesem Punkte geht der sogenannte Nackendorn senkrecht nach abwärts und erreicht eine verschiedene Länge, die jedoch von der Rasse nicht abhängt. Zu beiden Seiten dieser Schniepe befinden sich zwei von dem Nackenkamm beschattete, mehr weniger tiefe Gruben, die Muskeln zur Hebung des Kopfes zum Ansatz dienen. Nach meinen Untersuchungen hängt nun die Größe der Krümmung des genannten Kammes von der Rasse ab, der das betreffende Exemplar angehört, so zwar, daß die Schädel mit langen Hornbasen sehr flachgewölbte, fast gerade Kammhälften aufweisen, solche mit kurzen Basen aber hochgewölbte besitzen. Daß es sich hier nicht um einen Irrtum handelt, geht schon aus dem Zwecke der Muskeleinsenkungen hervor,

---

[1] Siehe Schädel von Bielschowitz, von der Hohen Saale u. a.

[2] Im Zoolog. Anzeiger, Bd. XXXVII, Nr. 5, p. 106 u. 107, habe ich für die Angehörigen der östlichen Gruppe den Namen *Bosovis* in Vorschlag gebracht, da dies am besten den Unterschied dieser Gruppe von der westlichen, dem *Ovibos*, kennzeichnet.

[3] Übrigens lassen sich diese drei Rassen auch schon auf Grund des Verhaltens ihrer Hornbasislänge unterscheiden.

die von den Kammhälften beschattet werden. Die in jenen inserierten Muskel haben den Kopf zu heben, werden also um so stärker sein müssen, je schwerer derselbe ist.

Nun habe ich vorhin gesagt, daß ein Schädel mit langer Hornbasis stärkere Muskel braucht als ein mit kurzer. Diese Verstärkung der Muskel wird aber durch Verbreiterung derselben erreicht und damit ist auch die Erklärung der schematisch abgebildeten Erscheinung gegeben. Für den schwächeren Muskel des Weibchens genügt die halbkreisförmige Anheftungsstelle unter dem Occipitalkamm, für den breiteren Muskel entsteht der notwendige Raum dadurch, daß sich der Occipitalkamm verflacht und dadurch die Grube unter ihm in die Breite gezogen wird. So läßt es sich auch leicht erklären, warum Staudinger's *»Praeovibos priscus«*, obwohl er ein Männchen ist, doch jederseits eine fast halbkreisförmig gebogene Kammhälfte besitzt. Seine kurze Hornbasis stellt ihn näher den Weibchen als den Männchen und den deshalb schwächeren Muskeln genügt die halbkreisförmige Ansatzstelle völlig.

Um diese Tatsache deutlich vor Augen zu führen, gebe ich anschließend einige Abbildungen, aus denen hervorgeht, wie die Ausbildung der Hornbasen Einfluß auf die Gestaltung des Nackenkammes nimmt. Fig. 1 und 3 gehören Individuen des langbasigen *O. mackenzianus* an, Fig. 2 einem Schädel mit ganz kurzen Basen.

Fig. 2.

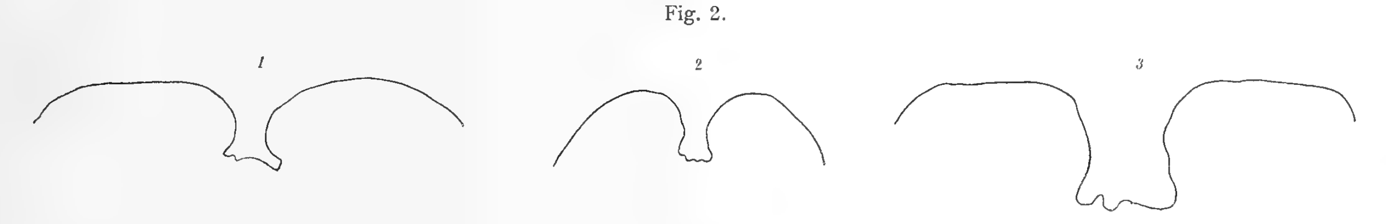


Abbildung von Nackenkämmen.

1. Schädel von *Prohlis*. 2. Schädel von Frankenhausen *(O. fossilis)*.
3. Schädel vom recenten *Ovibos mackenzianus*.

Aber noch eine dritte, sehr häufig gut erhaltene Schädelregion gibt uns die Möglichkeit, an die Funde des diluvialen Moschusochsen den vergleichenden Maßstab anzulegen. Es ist das Verhalten des Basioccipitales.

In meiner mehrmals genannten Arbeit finden wir die Gründe für diese Ausbildung des genannten Knochens. Ich habe gefunden, daß die Gestalt des Basioccipitales auch ein Rassenmerkmal abgibt in der Art, daß bei der Gruppe mit langen Hornbasen dieser Knochen fast quadratische Gestalt zeigt, bei der Gruppe mit kurzen Hornbasen dagegen nach vorne zu deutlich verschmälert ist. Ich zögere nicht, auch in dieser auffälligen Erscheinung eine Korrelation mit der Ausbildung des Gehörnes zu erblicken, zumal da der Meßzirkel zeigt, daß die Weibchen des grönländischen Moschusochsen, der die kürzesten Hornbasen hat, auch das am stärksten verschmälerte Basioccipitale besitzen.

Aus dieser Tatsache würde nun aber die Möglichkeit entspringen, aus dem Bilde des genannten Knochens mit aller Sicherheit die Gestalt der zum Schädel gehörigen Hornbasen zu bestimmen, ohne daß man die Schädeldecke besitzt. Näheres über das Verhältnis der Basioccipitalfläche zum Geschlecht und Rasse werde ich bei der Anwendung der genannten Tatsache auf die fossilen Schädel mitteilen.

Fassen wir die vorhin aufgestellten Gesichtspunkte für die Vergleichung der fossilen *Ovibos*-Schädel mit dem rezenten zusammen, so ergeben sich folgende Sätze:

1. Hornbasen, Nackenkamm und Basioccipitale stehen zueinander in Korrelation.

2. Es ist demnach möglich, aus der Beschaffenheit des einen dieser drei Schädelteile auf die fehlenden einen Schluß von größter Wahrscheinlichkeit zu ziehen.

3. Da nun sämtliche bisher gefundenen Schädel oder Schädelfragmente mindestens einen dieser drei genannten charakteristischen Teile besitzen, ist man tatsächlich imstande, sämtliche in dem

verschiedensten Erhaltungszustand befindlichen Schädelreste des diluvialen Moschusochsen in das Bereich der Untersuchungen und Vergleiche zu ziehen, so daß die hier gezogenen Schlüsse tatsächlich ein richtiges Bild dieses Tieres entwerfen, soweit es bei der jetzigen Zahl der entdeckten Individuen möglich ist.

Auf dem Wege osteologischer Vergleichungen erhalten wir wohl ein Kriterium für die Rassenzugehörigkeit der einzelnen fossilen Schädel. Uns interessiert aber vor allem auch die räumliche und zeitliche Aufeinanderfolge der einzelnen fossilen Rassen. Und da vermag das geologische Alter der einzelnen Funde die einzige einwandfreie Auskunft zu erteilen. Ich habe zwar bei der Besprechung dieser Verhältnisse im ersten Teile dieser Monographie erwähnt, daß ein Teil der Funde die genaue Bestimmung des geologischen Alters nicht zuläßt. Aber wir werden auch sehen, daß mit Hilfe der osteologischen Tatsachen und des bekannten Alters der verschiedenen fossilen Schädel sich die übrigen mühelos einreihen lassen. Um den Altersvergleich leichter zu gestalten, habe ich die Funde, bei denen der stratigraphische Horizont, dem sie angehörten, bestimmt ist, in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Geologische Tabelle der Funde.

Fund	Nr.	Fundort	Alter
Fund	1.	Schädel von der Mündung der Jana	Jüngeres Postglazial
»	2.	» von Ssularr	
»	3.	» vom Tale der Jana	
»	4.	» von der Ljachow-Insel	
»	5.	» » der Mündung der Lena	
»	6.	» vom Pit-Flusse	
»	7.	» von der Umgebung von Tjumen	
»	8.	» » Beresow	
»	9.	» » Obdorsk	
»	10.	» » Kiremsk	
»	11.	» » Tolstynoss	
»	22.	Ganzer *Ovibos* von der großen Ljachow-Insel	
»	23.	Schädel von Maikor	
»	24.	» » Witebsk	
»	29.	» » Lochkov	
»	65.	» » Maidenhead	
»	66.	» » Green Street Green	
»	71.	» » Freshford	
»	67.	» » Barnwood	
»	72.	» » Frampton on Severn	
»	49.	» » Schönau	
»	68.	» » Crayford	
»	37.	» vom Kreuzberg	
»	30.	» von Předmost	Älteres Postglazial
»	43.	» vom Unkelstein	
»	46.	» von Vallendar	
»	52.	» » Niederlöhme	
»	42.	» » Prohlis	
»	44.	» » Langenbrunn	
»	45.	» » Moselweiß	
»	31.	» » Murek	
»	36.	» » Bielschowitz	Präglazial
»	35.	» » Frankenhausen	Pliocän

Wenn wir nun eine osteologische Sichtung des vorliegenden Materials vornehmen und mit vorstehender Tabelle in Vergleich bringen, können wir nicht irre gehen in der Bestimmung der Stammesgeschichte des diluvialen Moschusochsen in Europa und Asien.

Bei übersichtlicher Betrachtung der Schädel des diluvialen Moschusochsen in Europa und Asien müssen uns vor allem jene exzessiven Bildungen der Hornbasen auffallen, die sich darin äußern, daß das Hinterende der Hornbasis über die Hinterhauptfläche hinausragt. Die zu dieser Gruppe gehörigen Schädel sind nach der Länge der Hornsockel geordnet:

der aus Moskau mit einer Länge von . . . . 230 *mm*
» » Crayford » » » » 229
» » Dömitz » » » » 228
» » Lena, Unterlauf mit einer Länge von 226

Dann aber folgt eine Gruppe mit ungemein vielen Vertretern und diese zeichnet sich dadurch aus, daß ein völliger Übergang der hierher gehörigen Formen ineinander stattfindet. Wohl sind die Hornbasen des ersten zu nennenden Vertreters um volle 20 *mm* kürzer als die der ersten Gruppen und lassen demnach den Gedanken an eine Abtrennung der zwei Gruppen voneinander aufkommen. Doch dies ist nur vorläufig zutreffend; ich glaube zuversichtlich, daß binnen kürzerer oder längerer Zeiträume Schädelreste des diluvialen Tieres entdeckt werden, entweder in Europa oder in Asien, die jene scheinbare Kluft zwischen den ersten vier genannten Vertretern und den folgenden überbrücken. Vorläufig müssen wir aber die Verhältnisse so auffassen, wie sie im Augenblick sich darbieten und deshalb zögere ich nicht, eine zweite Gruppe provisorisch aufzustellen. In derselben Weise wie die erste geordnet, ergeben sich für sie folgende Vertreter:

Schädel von

Jana (Bunge) mit Hornbasislänge von . . 206 *mm*
Maikor mit Hornbasislänge von 200
Niederlöhme mit Hornbasislänge von . . 198
Witebsk II mit Hornbasislänge von . . . 195
Lena mit Hornbasislänge von 195
Jana (Ozeretskowsky) mit Hornbasislänge von 188
Frampton-on-Severn mit Hornbasislänge von 188
Unkelstein mit Hornbasislänge von . . . 184
Beresow mit Hornbasislänge von 180

Schädel von

Pit mit Hornbasislänge von . . . . . . 173 *mm*
Maidenhead mit Hornbasislänge von . . . 173
Freshford mit Hornbasislänge von 173
Kreuzberg mit Hornbasislänge von . . . 170
Witebsk I mit Hornbasislänge von 170
Kamnig mit Hornbasislänge von 169
Ljachow-Insel mit Hornbasislänge von . . 167
Meeresgrund bei Cromer mit Hornbasislänge von 165
Koblenz mit Hornbasislänge von 161
Kunstkammer mit Hornbasislänge von . . 157

Wie geschlossen diese Reihe ist, ergibt sich schon daraus, daß der Unterschied der Länge nie mehr als 7 *mm* beträgt, z. B. zwischen Witebsk II und Jana (Ozeretskowsky) oder Beresow und Pit. Mit dem Schädel aus der Kunstkammer bricht die so schöne Reihe der Längen der Hornzapfenbasis plötzlich ab.

Zwischen dem letztgenannten Schädel und dem nächsten aus dem Forest-bed aber befindet sich abermals eine tiefe Kluft. Betrug der Unterschied der benachbarten Extreme der ersten und zweiten Gruppe 20 *mm*, so steigt der Unterschied zwischen der letzteren und dem Schädel aus dem Forest-bed auf 30 *mm* an. Auch hier glaube ich an keinen Sprung in der Entwicklungsreihe, auch hier werden die notwendigen Verbindungsglieder aus diluvialen Ablagerungen entstehen. Für jetzt empfiehlt es sich jedoch zum leichteren Verständnis, als eigenen Typus zu betrachten den Fund, der charakterisiert ist als:

Schädel aus dem Forest-bed mit Hornbasenlänge von . . . . 127 *mm*.

Doch auch nach unten zu steht dieses Stück isoliert da, indem der nächste Schädel eine um 27 *mm* geringere Länge des Hornsockels aufzuweisen hat. Gewisse weiter zu behandelnde Verhältnisse dokumentieren jedoch die Verwandtschaft dieser beiden letztgenannten Typen. Dieser zweite in Betracht kommende Schädel ist aus

Frankenhausen mit der Hornbasislänge von . . . . 100 *mm*.

Es bleiben für unsere Untersuchung noch drei bekannte Schädel übrig. Der erste gehört einem jungen Männchen mit Hornsockellänge von 80 *mm* an. Da das Tier noch völlig unausgebildet ist, kann es selbstverständlich nicht für die Untersuchungen verwendet werden. Damit aber ergibt sich wiederum eine Kluft zwischen dem Frankenhausener Schädel und den drei nächsten und letzten, die man deshalb abermals zu einem provisorischen Typus vereinigen müßte, gekennzeichnet durch

Schädel aus Předmost mit Hornbasislänge von . . . . 72 *mm*
» » Bielschowitz mit Hornbasislänge von 72
» » Murek mit Hornbasislänge von . . . . 65 bis 70 *mm*,[1]

wobei der Abstand vom vorigen Typus 28 *mm* beträgt. Dabei muß nun bedacht werden, daß das Předmoster Exemplar ganz unzweifelhaft ein Weibchen ist, so daß also nur zwei männliche Schädel von diesem Typus bekannt sind.[2]

Ein Blick auf diese vorhergehende Einteilung sämtlicher Schädel aus dem Diluvium zeigt uns, daß die Länge der Hornsockel zwischen 230 als höchster und 65 als niedrigster Zahl schwankt. Dieser überwältigende Unterschied ist so groß, daß die kürzeste Basis weniger als ein Drittel der längsten bildet.

Da aber zwischen diesen beiden Extremen Sockelmaße liegen, die alle Schädel zu einer nur in wenigen Punkten etwas unterbrochenen Reihe vereinigen, so muß die Überzeugung wachgerufen werden, daß es sich hier um fortlaufende Entwicklungsstadien, um ein Stück Phylogenie eines Tieres handle, Und in der Tat bestätigen die nachfolgenden geologischen Erwägungen diese Annahme.

1. Ovibos fossilis (non Rütimeyer) species emendata Kow. (1908).

Synon. *Praeovibos priscus* nov. gen; nov. spec. Staudinger 1908.

Aus der geologischen Vergleichstabelle haben wir gesehen, daß der Fund von Trimingham aus dem Forest-bed der älteste bisher bekannte Schädel eines Moschusochsen ist; ihm schließt sich im Alter der Frankenhausener Fund, den Staudinger beschreibt, und mit aller Sicherheit haben wir auch den Schädel von Bielschowitz hierher zu rechnen.[3] Und so haben wir denn hier tatsächlich einen eigenen Typus des diluvialen Moschusochsen vor uns, gekennzeichnet durch die geringste Länge der Hornbasen und das höchste Alter von allen bis jetzt gefundenen diluvialen Vertretern dieses arktischen Tieres.

Der erste angeführte Schädel weist eine Hornbasislänge von 127 *mm* auf, während seinem nächsten Verwandten nur 100 zukommen. Der dritte muß sich sogar mit 72 *mm* begnügen. Und nun fragt es sich, worin die Weiterentwicklung in dieser Gruppe besteht.

Sehen wir uns den Fundort der drei Schädel etwas genauer an. Trimingham liegt am 53. Grad n. B., Frankenhausen am ungefähr 51. Grad, Bielschowitz ungefähr ebenso. Zuerst kam der Moschusochs in Trimingham vor, dann war er in Frankenhausen und endlich in Bielschowitz und dabei änderte sich der

---

[1] Die erste Zahl bedeutet links, die zweite rechts.

[2] Bei den Weibchen sämtlicher Rassen des lebenden Moschusochsen finden sich so geringe Längen der Hornzapfenbasis, daß man nimmermehr glauben würde, zwei fossile Schädel, ein ♂ und ein ♀, gehörten zu einer und derselben Rasse, so groß ist der Unterschied.

[3] Wie vorhin dargelegt wurde, stammt der Fund von sekundärer Lagerstätte, hat also bestimmt höheres Alter als Michael annimmt.

diluviale *Ovibos* derartig, daß zwischen dem englischen und schlesischen ein Hornbasislängeunterschied von 55 *mm* entstand. Was waren die Gründe, die das Tier veranlaßten, den Boden Englands zu verlassen, woher kam es überhaupt dahin und wodurch wurde der erwähnte Unterschied veranlaßt? Dies sind drei Fragen, die sich sofort aufdrängen. Die Antworten lauten: Der Moschusochs floh vor der zunehmenden Rauhigkeit des Klimas, er kam aus Grönland und infolge der mangelnden Ernährung wurden seine Hornbasenlängen immer geringer.

Zu der ersten Antwort ist wenig zu bemerken. Nach Geikie herrschte zur Zeit der Fores-bed-Ablagerungen noch ein mildes Klima in England. Der Moschusochs vermochte daselbst noch ohne Schwierigkeit zu leben. Bald aber trat eine Änderung der Verhältnisse ein. Zugleich mit dem Untersinken der Rheinebene und der Verkleinerung des englischen Festlandes verschlechterte sich das Klima. Die Berge Englands begannen sich mit Eiskappen zu bedecken, diese wuchsen zu Gletschern und bald konnte selbst unser genügsames Tier nicht das allernotwendigste Futter finden. Vor den heranziehenden Eismassen mußte es weichen. Und es wich, wich immer weiter nach Süden zurück. Es durchzog Südengland, überschritt am Lande die Stelle, die heute vom Canal la Manche eingenommen wird und gelangte so nach Frankreich und Deutschland. Wohl mögen zeitweise Verbesserungen der klimatischen Verhältnisse einen Stillstand dieser Wanderung herbeigeführt haben, ja vielleicht gab es Zeiten, wo die Wanderung wieder nach Norden ging. Aber das Material, das diese Untersuchungen stützen muß, ist so gering (drei Schädel), unsere Kenntnis der Glazialphänomene noch so in den Anfangsstadien, daß Erwägungen in dem erwähnten Sinne von vornherein aussichtslos sind.

Soviel aber läßt sich sicher sagen: Die Verschlechterung der Klimas hat hingereicht, den diluvialen Moschusochsen bis tief nach Deutschland, nach Frankenhausen und Bielschowitz, zu treiben. Die Beantwortung der Frage, woher der *Ovibos* von Forest-bed herkam, laßt sich unschwer beweisen. Er mußte aus dem Norden gekommen sein. Dann aber ging der einzige mögliche Weg von den Polarländern über Island und die Faröer-Inseln nach Schottland. Dies ergibt sich aus zwei Gründen. Erstens zeigt uns jede Karte, die Tiefenlinien der Meere eingetragen hat, daß zwischen den genannten Inseln das Meer die geringste Tiefe zeigt, ja man vermag fast deutlich den untermeerischen Rücken zu erkennen, der diese Inseln verbindet. Es waren aber nicht immer Inseln. Nach allgemeiner Ansicht bestand zur Pliocänzeit noch eine Landverbindung zwischen diesen Inseln und Europa. Ob Grönland ebenfalls verbunden war, darüber gibt es zwei Ansichten. Ich bejahe die Frage aus weiter unten angeführten Tatsachen.

Der zweite Grund, warum ich überzeugt bin, daß der Moschusochs aus den Polarländern kam, beruht auf folgenden Beobachtungen. Ungefähr zur selben Zeit, als in England im Forest-bed der Moschusochs lebte, existierte in Amerika ein naher Verwandter, dem ich in nächster Zeit eine Arbeit widmen werde. *Ovibos priscus* Rütimeyer (= *Bootherium Leidy*). Dieses Tier zeigt sich in osteologischer Hinsicht zweifellos als ein Moschusochs. Wie sollten nun in England und Nordamerika zu gleicher Zeit nahe verwandte Tiere leben können, wenn wir nicht annehmen, daß beide einen gemeinsamen Vorfahren in der Tertiärzeit besessen haben, der in den Polarländern lebte. Als das besonders warme Klima schwand, da mußte dieser Vorfahre weichen. Einzelne Vertreter seiner Gattung wandten sich geradeaus nach Süden, andere zogen nach Südwesten. Die ersteren gelangten nach Europa, die letzteren nach Amerika. Es ist nicht gut anzunehmen, daß zur Zeit, als das Zurückweichen nach Süden begann, schon Grönland von Europa getrennt war; es wäre unmöglich gewesen, daß dann der voreiszeitliche Moschusochs nach Europa hätte gelangen können.

Es bleibt nur die Antwort auf die dritte Frage zu erklären, woher das Schwinden der Hornbasislänge herrühre, das eintrat, als der *Ovibos* von Trimingham nach Deutschland zurückwich. Ich möchte hier eine indirekte Erklärung geben. Es ist eine bekannte Tatsache, daß Horn- und Geweihträger einen besonders üppigen Kopfschmuck ansetzen, wenn ihnen eine Mast zuteil wird. Wir haben viele Beispiele dafür bei unseren Hausrindern (Ungarischen Ochsen), aber auch bei unseren jagdbaren Geweihträgern (66 Ender in der Sammlung der Moritzburg). Wenn aber reichliche Nahrung eine enorme Entwicklung des Geweihes und Gehörnes hervorbringt, warum sollte Unterdrückung nicht durch das Gegenteil

verschuldet werden? Und Anlaß zu einer solchen Unterernährung war beim voreiszeitlichen Moschusochsen in Europa gewiß genug vorhanden. Er hielt zweifellos dem Anrücken der Eiszeit solange als möglich stand. Dadurch wurden seine Existenzbedingungen sehr schlecht, sicher schlechter als die der jetzt lebenden Moschusochsen. Und in einem späteren Teile dieser Arbeit werde ich nachweisen, daß aller Wahrscheinlichkeit nach der postglaziale *Ovibos* geradezu den Gegensatz zum voreiszeitlichen und eiszeitlichen bildet. Er hatte Überfluß an Nahrung und bekam deshalb so großmächtige Hörner, wie sie der *Ovibos mackenzianus* Kow. aufzuweisen hat.

Daß der vor dem Einbruche der Eiszeit zurückweichende Moschusochs mit harten Lebensbedingungen zu kämpfen hatte, geht auch aus gewissen anatomischen Befunden an seinem Schädel hervor. Schon Staudinger fielen die großen, weit aus dem Schädel hervortretenten Augentrichter auf. Wohl hat auch der jetzt lebende Moschusochs sehr weit vorstehende Orbiten, wie sonst kein anderes Tier und doch übertreffen ihn hierin die beiden genannten Schädel. Nun wissen wir aber vom lebenden Tiere — ich habe dieser Frage in der Fauna artica ein ganzes Kapitel gewidmet —, daß diese Ausbildung eine Folge der großen Kälte ist. Wegen dieser, der das Tier ausgesetzt ist, muß es einen ungemein dicken und dabei unten feinhaarigen Pelz besitzen; nur so vermag es dem fürchterlichen arktischen Winter standzuhalten. Dieser dicke Pelz würde aber das Sehen zur völligen Unmöglichkeit machen, wenn die Augenhöhlen nicht in der Weise umgestaltet worden wären, daß sie allmählich sehr weit seitlich hervortraten. Ihr Vortreten ging parallel mit der zunehmenden Verdickung des Pelzes und so konnten die Augen ihre Herrschaft behaupten.

Und was können wir anderes etwa als Grund für die ungeheure Ausbildung der Augenröhren beim Frankenhausener und Schädel vom Forest-bed annehmen? Es wäre unmöglich, diese Erscheinung anders zu erklären, als daß auch in dem Falle eine Verdickung des Pelzes ein Hervortreten der Orbiten notwendig machte. Allerdings blieb dieses Hervortreten nicht auf der Stufe des lebenden Moschusochsen stehen, sondern es ging weit darüber hinaus. Es mußte also auch der Pelz des fossilen Tieres dieses Typus viel dicker gewesen sein als der des heutigen.

Die Orbitaltuben zeigen aber auch eine besondere Dicke ihrer Wände. Nun das kann uns nicht sehr wundernehmen, wenn wir die strenge Kälte berücksichtigen, zu deren Annahme wir aus der osteologischen Eigentümlichkeit der Augenröhre (ihrer Länge) gekommen sind. Die Augen sind ein viel zu edles Organ, als daß die Natur sie nicht überall zu schützen suchen möchte. Beim Moschusochsen kam es vor allem auf Schutz gegen die hohe Kälte an. Und die Natur löste die Aufgabe sehr einfach, die hohen Orbitaltuben haben hohle Wände und in den Hohlräumen dieser Knochen ist Luft vorhanden. Nichts schützt bekanntlich vor Kälte so gut, wie eingeschlossene Luft. Der warme Pelz tat das übrige und so war einerseits durch das weite Hervorragen der Augenhöhlen der Gebrauch der Augen befördert, andrerseits aber waren die mit dem weiten Vortreten verbundenen Gefahren beseitigt.

Es erübrigt noch, an die Frage der Nomenklatur heranzutreten. Ich habe bereits im I. Teile bei der Beschreibung der einzelnen Funde erwähnt, daß W. Staudinger mit Unrecht den Frankenhausener Schädel zu einem eigenen Genus erhoben hat. Meine Behauptung wird durch osteologische Befunde gestützt.

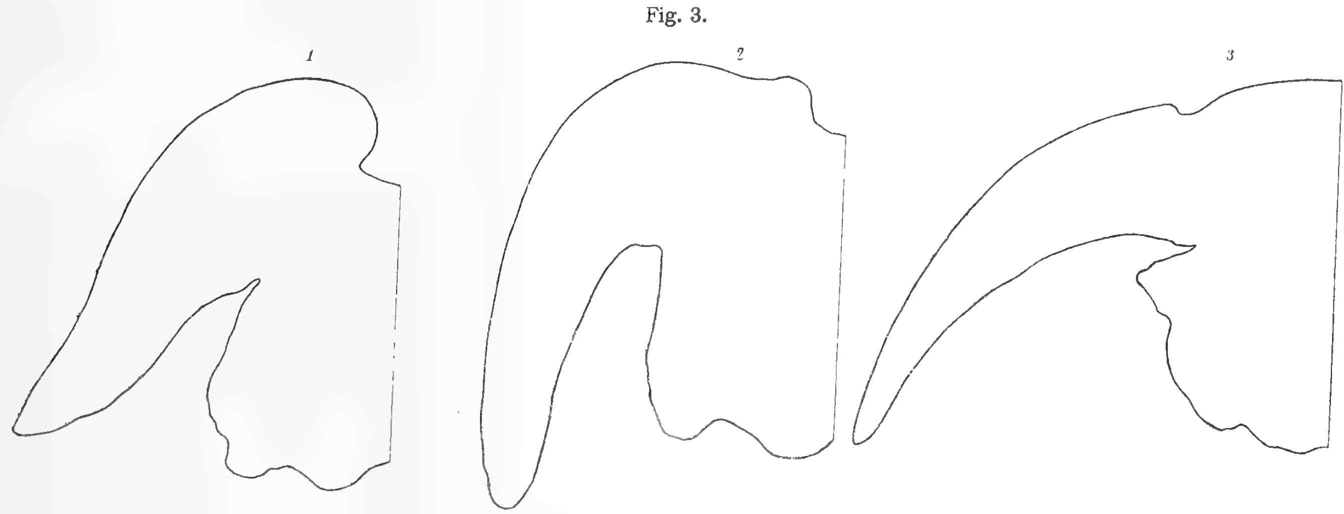
Wenn wir das biogenetische Grundgesetz gelten lassen, dann muß uns die Ontogenie des Moschusochsen wertvolle Aufschlüsse über die Stammesgeschichte dieses Tieres geben. Beobachtungen haben nun gezeigt, daß Hornzapfen unseres Tieres während verschiedener Altersstadien ganz verschiedene Stellungen einnehmen. In der Jugend stehen sie fast horizontal, mit zunehmendem Alter biegen sie sich immer mehr herab, bis sie beim erwachsenen Männchen des Typus *Ovibos mackenzianus* Kow. ganz an die Seiten des Schädels gedrückt sind. Es entsteht nun die Frage, ob es irgendwelche fossile Formen des Moschusochsen gibt, die diese vorher genannten Stadien dauernd festhalten. Es gibt solche.

Im Jahre 1852 beschrieb J. Leidy ein neues fossiles Tier aus Nordamerika, das er *Bootherium* nannte. Es waren zwei Schädel, auf Grund deren das neue Genus aufgestellt wurde, und Leidy benannte das Männchen *Bootherium cavifrons*, das Weibchen *B. bombifrons*. Das Hauptkennzeichen dieses neuen

Genus ist der Verlauf der Hornzapfen. Dieselben sind nämlich nur schwach nach abwärts geneigt und ihre Sockel zeigen eine geringe Längenausdehnung, viel geringer als einer der recenten Moschusochsen. Weiters ist das Genus durch das Vorhandensein einer Tränengrube gekennzeichnet, sowie — wie ich gleich erwähnen will — durch einen stark gebogenen Occipitalkamm. Wir haben also im *Bootherium* tatsächlich einen Typus vor uns, der im Jugendstadium des Moschusochsen vorübergehend auftretende Verhältnisse dauernd festhält.

Bei Staudinger's »*Praeovibos*« sehen wir nun, daß der Hornzapfenverlauf ein wesentlich anderer ist als bei *Bootherium.* Sie sind viel mehr nach abwärts geneigt und nähern sich in dieser Beziehung dem *Ovibos mackenzianus* mehr als dem *Bootherium,* wie man aus folgender Abbildung ganz deutlich sehen kann.

Fig. 3.



Hornzapfenverlauf bei verschiedenen Ovibos-Schädeln.

1. Schädel von Frankenhausen *(O. fossilis).*
2. » » *Ovibos mackenzianus.*
3. » » *(Bootherium bombifrons).*

Mit Recht hat sich Rütimeyer bereits 1864 dafür eingesetzt, daß man die Entwicklungsreihe des Moschusochsen unter einem Genusnamen zusammenfasse. Sein Vorschlag geht dahin, *Bootherium bombifrons* und *cavifrons* als *Ovibos priscus* zu vereinigen, den diluvialen Moschusochsen Europas und Asiens den Namen *Ovibos fossilis* zu geben, worunter *Bos canaliculatus* und *B. Palasii* verstanden sind, dem recenten Tiere jedoch den Namen *Ovibos moschatus* zu belassen.

Das von dem genannten Autor entworfene Schema lautet:

Ovibos priscus	♂ *Bootherium cavifrons*	*fossilis*	*moschatus*
		Bos canaliculatus	
	♀ *Bootherium bombifrons*	— *Palasii*	

Diese Anschauung Rütimeyer's war für den damaligen Stand der Kenntnis des Moschusochsen glänzend, heute kann ich sie nicht mehr gelten lassen. Rütimeyer war es zunächst nicht bekannt, daß sich die Phylogenie der Moschusochsrassen eigentlich auf zwei Bühnen abspielt. Die Entwicklung des Typus *Ovibos mackenzianus* verläuft auf dem Wege aus den Polarländern über Island, England, Europa, Asien nach Nordamerika, während alle Rassen des Typus *Bosovis* ihre völlige Entwicklung auf dem Schauplatze Polarländer und Nordamerika erlangt haben. Die letztere Entwicklungsreihe interessiert uns nicht weiter. Diese klar darzulegen, werde ich in einer dritten Monographie unternehmen. Wir sehen aber schon, daß der »Stammbaum«, den Rütimeyer konstruiert, nicht bestehen kann. An Stelle des *Ovibos priscus* muß für uns ein *Praeovibos* treten, der gemeinsame Vorfahre des *Ovibos priscus* und des

voreiszeitlichen Moschusochsen in Europa (Staudinger's *Praeovibos priscus*), der in den Polargegenden am Schlusse des Tertiärs gelebt hat, und bei der Verschlechterung der klimatischen Verhältnisse am Ende dieser Epoche auf zwei Wegen — wie schon erwähnt — nach Süden zog.

Das Endprodukt dieses Zuges, den fossilen Moschusochsen Europas und Asiens, nannte nun Rütimeyer »*Ovibos fossilis*«. Auch dieser Name muß jedoch berichtigt werden. Wie wir im nächsten Kapitel sehen werden, läßt sich der nacheiszeitliche Moschusochs dieser beiden Kontinente gar nicht gut von dem Typus *Ovibos mackenzianus* trennen, er muß vielmehr mit ihm identifiziert werden. Es verbleibt die Bezeichnung Rütimeyer's also nur für die vier Schädel, die wir besprochen haben, dem von Trimingham, Frankenhausen, Bielschowitz und Murek. Diese werden also mit vollem Rechte die Bezeichnung *Ovibos fossilis* führen müssen.

Ein eigenartiges Verhältnis nimmt der Schädel von Murek ein. Wie ich schon anläßlich der Besprechung der einzelnen Funde sagte, nähert er sich osteologisch sehr dem Typus *O. fossilis* Rütimeyer (*Praeovibos priscus* Staud.). Er stimmt mit ihm in der geringen Länge der Hornbasen, im weiten Vortreten der Augenhöhlen usw. überein. Aber eine ganze Anzahl von Merkmalen nähert ihn dem Typus *Ovibos mackenzianus* Kow. So der Mangel der hohen Hornbasen, die Tatsache, daß seine Hornzapfen viel enger an den Schädel gedrückt sind als beim früheren Typus. Es stellt also der Schädel von Murek tatsächlich einen Übergang zwischen dem *Ovibos fossilis* und dem *Ovibos mackenzianus* Kow. her. Seine geringe Hornbasislänge spricht für strenge klimatische Verhältnisse, die die Entwicklung der Hörner benachteiligen; dieselbe Erklärung gilt auch für die langen Augenröhren.

Der Schädel von Murek ist unzweifelhaft einer der letzten Repräsentanten des *Ovibos fossilis* Rütimeyer, seine Anklänge an den Typus *Ovibos mackenzianus* Kow. sind aber groß. Mit seiner zeitlichen und räumlichen Verbreitung stimmen diese Folgerungen ebenfalls überein.

Es erübrigt nur noch einen kurzen Blick auf die Zeit zu werfen, während der *Ovibos fossilis* existiert. Von der Bildung des Forestbed an, also vom frühen Pleistocän an, finden wir ihn in Europa. Vor den Gletschern wich er zurück und die Haupteiszeit drängte ihn tief herab, bis Bielschowitz und Murek. Aber auch unmittelbar nach dem Schwinden der Gletscher der großen Eiszeit können wir den *Ovibos fossilis* antreffen, wie das Vorkommen in Murek beweist und dies ist leicht begreiflich. Der damals lebende Moschusochs wird unter einer allmählichen Verbesserung des Klimas nicht sonderlich gelitten haben. Das Futter wurde reichlicher und solange die Sonne nicht allzu mächtig auf seinen Rücken brannte, hatte er keinen Grund, sich unbehaglich zu fühlen. Gegen die zunehmende Temperatur vermochte er sich leicht durch Haarausfall zu schützen, eine Prozedur, die ja so viele unserer wildlebenden und gezähmten Tiere alljährlich im Beginne der Sommerszeit durchmachen. Aber dafür trat etwas ein. Das reichliche Futter wirkte zweifellos auf die Ausbildung des Gehörnes begünstigend ein und in diesem Augenblicke beginnt der *Ovibos mackenzianus* zu existieren. Den genauen Zeitpunkt zu bestimmen, wird wohl niemals gelingen, aber einmal dürfte es so weit kommen, daß die Lücke zwischen *Ovibos fossilis* und *Ovibos mackenzianus* überbrückt wird und dann hört der erstere auf, einen eigenen Namen zu führen und es wird nur eine einzige geschlossene Entwicklungsreihe des *Ovibos mackenzianus* geben.

2. Ovibos mackenzianus Kow.

Nachdem wir im vorhergehenden die Charakteristik des *Ovibos fossilis* gegeben haben und über seine zeitliche und räumliche Ausbreitung ins Klare gekommen sind, ist eigentlich die größere Schwierigkeit dieser Untersuchungen überwunden. Die weitere Entwicklung des Genus *Ovibos* auf europäischem und asiatischem Boden ist leicht zu verfolgen. Sämtliche noch zu erwähnende Schädel sind nach ihrer Altersbestimmung jünger als der Schädel von Murek. Diejenigen, deren Altersbestimmung nicht sicher ist, wollen wir vorläufig nicht in Betracht ziehen. Wie wir schon in der Einleitung zum zweiten Teile dieser Monographie gesehen haben, bilden diese Schädel, verglichen, eine bis auf geringes geschlossene Reihe,

deren Einteilungsgrund die Länge der Hornzapfenbasis bildet. Wir haben auch schon erfahren, daß diejenigen Individuen, die in dieser Beziehung hohe Zahlen aufzuweisen haben, zweifellos identisch sind mit dem Typus *Ovibos mackenzianus* Kow. Wenn aber der Typus *Ovibos fossilis* allmählich in den letztgenannten übergeht, der ja heute ausschließlich auf dem nordamerikanischen Festland anzutreffen ist, dann ist dies nur möglich auf dem Wege über Asien, d. h. *Ovibos fossilis* muß durch irgendwelche Ursachen gezwungen worden sein, zu wandern, nordostwärts zu wandern und auf diese Weise nach Amerika gelangt sein.

Diese Ursachen sind auf geologischer Grundlage leicht zu erraten. Wir haben gesagt, daß *Ovibos fossilis* bis über die Haupteiszeit auf europäischem Boden existierte, und zwar im südöstlichsten Deutschland, am 51. Grad nördlicher Breite und in Österreich am 50. Grad nördlicher Breite. Am Ende der Eiszeit wurden die Verhältnisse milder. Zunächst wird dadurch — wie auch schon erwähnt — der Übergang zum Typus *Ovibos mackenzianus* vollzogen, es werden also diejenigen Schädel, die, obwohl völlig erwachsenen Tieren angehörend, doch nur gering größere Hornsockellängen erreichen als *Ovibos fossilis*, die ältesten sein, dem frühesten Postglazial angehören. Wenn wir daraufhin die Reihe auf p. 53 [557] untersuchen, so sehen wir, daß sich dort folgende Zahlen finden:

Schädel	aus der Kunstkammer	mit Hornbasislänge von	157 *mm*
»	» Koblenz	» » »	161
»	» Sea bottom	» » »	165
»	» der Ljachowinsel	» » »	167
»	» Kamnig	» » »	169
»	» Witebsk I	» » »	170
»	» Kreuzberg	» » »	170
»	» Freshford	» » »	173
»	» Maidenhead	» » »	173
»	» Pit	» » »	173
»	» Beresow	» » »	180
»	» Unkelstein	» » »	184
»	» Frampton-on-Severn	mit Hornbasislänge von	188
»	» Jana (Ozeretskowsky)	» » »	188
»	von der Lena	mit Hornbasislänge von	195
»	aus Witebsk II	» » »	195
»	» Niederlöhme	» » »	198
»	» Maikor	» » »	200
»	» Jana (Bunge)	» » »	206

Von dem Schädel aus Petersburg (Fundort unbekannt) müssen wir vorläufig absehen, da sein Fundort nicht bekannt ist. Die übrigen Schädel gehören erwachsenen Individuen an. Wenn das richtig ist, was ich vorhin gezeigt habe, daß nämlich die einzelnen Schädel, geologisch gesprochen, um so jünger sind, je länger ihre Hornbasen sind, so müßte der Schädel von Koblenz dem ältesten Postglazial, der von der Jana (Bunge) dem jüngsten angehören. Ziehen wir zunächst einmal die geographische Lage der einzelnen Fundorte in Betracht.

Koblenz liegt am 50. Grad nördlicher Breite, der Meeresgrund bei Cromer (Sea bottom) am 53. Grad, die Ljachow-Insel am 74. Grad, Kamnig am 51. Grad, Witebsk am 55. Grad, Kreuzberg am $52^1/_2$. Grad, Freshford am 52. Grad, Maidenhead am 52. Grad, Pit am 60. Grad, Beresow am 64. Grad, Unkelstein am

$51^1/_2$. Grad, Frampton on Severn am 52. Grad, Mündung der Jana am 71. Grad, Lenaunterlauf auch am 71. Grad, Niederlöhme am 52. Grad, Maikor am $58^1/_2$. Grad und endlich Jana (Ssularr) am 71. Grad. Wir finden da vor allem, daß merkwürdigerweise die europäischen, besser gesagt, englisch-deutschen Fundorte alle ungefähr derselben geographischen Breite angehören. Da die ihnen entstammenden Schädel auch osteologisch einander nahestehen, sind wir berechtigt anzunehmen, daß sie auch gleichaltrigen Schichten angehören. Vergleicht man jedoch die russischen und sibirischen Funde, so kommt ihnen höhere geographische Breite, aber auch größere Hornbasislänge zu, sie müssen also jüngerenSchichten angehören als die englisch-deutschen. Und eine kurze Überlegung macht es auch leicht begreiflich. Wenn der Moschusochs nach dem Rückgange der Eiszeit der allzu großen Wärme ausweichen mußte, so tat er es in zweifacher Weise. Die in Frankreich und Belgien[1] lebenden Herden zogen einfach nach Norden und gelangten auf kürzestem Wege über den damals noch sicher nicht gebildeten Ärmelkanal nach England. Die verhältnismäßig kurze Wanderung griff nicht sehr auf ihre Konstitution ein, und so ist es begreiflich, daß wir sie am wenigsten vom Typus *Ovibos fossilis* entfernt sehen. Die im südlichen Deutschland und im nördlichen und östlichen Österreich herumstreifenden Trupps folgten den Flußläufen des Rheins, der Weser, Elbe, Oder und Weichsel und gelangten bis an die Nord- und Ostsee. Wir können sie deutlich auf dem Wege dahin verfolgen, die Funde von Koblenz, Kamnig, Kreuzberg, Unkelstein und Niederlöhme sind gewissermaßen Stationen dieser Wanderung. Ihre Genossen gelangten, wie eben erwähnt, an die Nord- und Ostsee; doch jetzt stellte sich ihnen ein unüberwindliches Hindernis entgegen. Nach Süden gab es keinen Ausweg; diejenigen, die ihn versuchten, mußten bald den warmen Strahlen der Sonne gegenüber den Kürzeren ziehen. Nach Norden versperrte das Meer den Weg. Da wichen die Moschusochsen nach Nordosten aus und nun ging der Zug in dieser Richtung weiter, die er fortan beibehielt. Überall ließ uns der Moschusochs Zeugen seiner Anwesenheit zurück; in Witebsk, Maikor, Beresow, am Pit, an der Lena, Jana und auf der Ljachowinsel. Von diesem Vorkommen muß nach dem schon einmal angewendeten Maßstab der Fund von Witebsk der älteste, der von der Jana und Ljachowinsel der jüngste sein. Die in der vorhergehenden Reihe angeführten Zahlen scheinen jedoch damit nicht im Einklang zu sein. Zunächst fällt die geringe Hornbasislänge des Schädels von der Ljachowinsel auf. Allein der scheinbare Widerspruch ist leicht erklärt. Es handelt sich im vorliegenden Falle um ein noch nicht völlig erwachsenes Individuum, bei dem natürlich die Hornzapfenbasis noch unter das Normale an Länge reicht. Weiter fällt es auf, daß der Schädel von Niederlöhme die sibirischen an Länge der Hornzapfenbasis bei weitem übertrifft, obwohl seine geographische Lage um ein Bedeutendes westlicher ist als bei denselben und einem Teile der russischen Funde. Doch da muß man nur sich erinnern, daß die große südwest—nordöstliche Wanderung der Moschusochsen durchaus nicht in irgendwelcher Regelmäßigkeit vor sich ging. Es zogen nicht eine einzige Herde, die stets zusammenblieb, es waren deren viele. Und sicher wirkten die verschiedenen klimatischen Verhältnisse auf die einzelnen Individuen der Herden in verschiedenem Maße ein. So geschah es, daß irgendwelche Moschusochsen sich länger in einer Gegend aufhielten als ihre Genossen. Diese Zurückgebliebenen werden nun infolge der besonders reichen Ernährungsverhältnisse längere Hornbasen erlangt haben als ihre Genossen hatten, als sie noch mit ihnen weideten. Ja es kann der Fall eintreten, daß die zurückgebliebenen Moschusochsen sogar längere Hornbasen erlangten, als ihre schon viel weiter nach Nordosten gezogenen Stammesgenossen. Und ein solcher Fall liegt eben beim Schädel von Niederlöhme vor. Er gehört einem Individuum an, dessen Konstitution es befähigte, lange nach dem seine Genossen ihr Heil im langsamen Zurückweichen gesucht hatten, noch immer in den Gefilden von Niederlöhme zu weiden.

Dieselbe Erklärung kann auch für die Erklärung der Tatsache dienen, daß von den zwei Schädeln aus Witebsk der eine viel längere Hornbasen hat als der andere, obwohl beide erwachsenen Tieren angehörten.

---

[1] Ich nehme dies für Belgien an, obwohl von dort bis zum Augenblick noch über keine Funde Nachrichten vorliegen, doch dürfte dies zweifellos nur ein Zufall sein.

Aber die erörterten Auffälligkeiten und scheinbaren Abweichungen von der Regel können noch in einer anderen Weise erklärt werden, mit Zuhilfenahme der Geologie. Wir wissen, daß aller Wahrscheinlichkeit nach das Eiszeitalter nicht etwa regelmäßig verlaufen ist, daß auf ein Glazial ein Interglazial usw. folgte. Schwankungen werden vielmehr so gut wie sicher stattgefunden haben. Und gerade hierin liegt, wie bekannt, die Schwierigkeit eiszeitlicher Forschungen. Wie nun, wenn auch zur Postglazialzeit solche Schwankungen stattfanden, war es da nicht möglich, daß große Störungen in der europäisch-asiatisch-amerikanischen Wanderung des Moschusochsen eintraten? Wenn dann nach milderem Klima wieder das Gegenteil eintrat, dann konnte die Bewegung der Herden unseres Tieres zum Stillstand gebracht werden, ja es konnte sogar wieder zurückkehren nach den ursprünglichen Weideplätzen und dann wäre es kein Wunder, wenn wir an einem und demselben Orte (z. B. Witebsk) zwei verschiedene Typen des Moschusochsen vorfinden würden. Allerdings müßte die geologische Untersuchung Klarheit verschaffen. Aber dies ist eben der heikle Punkt. Wie ich bereits mehrmals erwähnt habe, läßt die Altersbestimmung der einzelnen Funde ungemein viel zu wünschen übrig. Besonders über das Alter der Angehörigen des Typus *Ovibos mackenzianus* vermag man kaum mehr als die Angabe »Postglazial« zu finden. Eine nachträgliche Prüfung der Lagerungsverhältnisse ist ausgeschlossen, da es sich meistens um längst abgebaute Schotter und Lehmbrüche handelt und so bleibt nichts übrig, als sich auf die sorgfältige Prüfung osteologischer Verhältnisse zu verlassen.

Es bleiben jetzt noch vier Schädel zu erwähnen, das sind diejenigen, die dem lebenden *Ovibos mackenzianus* Kow. derart gleichen, daß mir ihre Zugehörigkeit von allem Anfang an klar war. Es sind:

Schädel von der Lena (Unterlauf) mit Hornbasislänge von					. . . . . .	226 *mm*
»	» Dömitz	»	»	»	. . . . . .	228
»	» Crayford	»	»	»	. . . . . .	229
»	» Moskau	»	»	»	. . . . . .	230

Die geographischen Breiten dieser Fundorte sind 72, 53, 51 und 56 Grad nördlicher Breite. Beim ersten Schädel nimmt uns die exzessive Ausbildung der Hornbasen nicht wunder. Seine Nähe an den heute lebenden *Ovibos mackenzianus* findet deutlichen Widerhall in der Ähnlichkeit beider Formen. Dagegen muß das Vorkommen von Crayford und Dömitz auffällig sein. Waren es Nachzügler der »großen Moschusochsenarmee« die nach Nordosten zog, oder sind es Glieder der Entwicklungsreihe, die durch die Ungunst und Wiederverschlechterung des Klimas in ihrem Zuge aufgehalten wurden und schließlich zurückkehren mußten, bis sie an Plätze kamen, die einmal ihre Vorfahren bereits besessen hatten?

Bezüglich des Schädels von Crayford sind wir imstande genaue Angaben zu machen. Er gehört einem Tiere an, daß durch eine erneut herannahende Eiszeit gezwungen wurde, sich wieder südwärts zu wenden. B. Dawkins erwähnt den Fund von Crayford genauer und macht Angaben über sein Alter. Demnach stammt, wie bereits im zweiten Teil der Monographie gesagt wurde, der hierher gehörige Schädel aus dem »Lower Brick-earth«. Dieses bildet das Liegende der unter dem Namen »Trail« bekannten Schichten, die zweifellos einer Eiszeit angehören. Da nun das erwähnte »Lower Brick-earth« keine erratischen Vorkommen enthält, so geht daraus zweifellos hervor, daß es sich um präglaziale Schichten handelt. Dawkins setzt gleich erläuternd hinzu dieses Präglazial beziehe sich auf dasjenige Glazial des Themsetales, das durch die Ablagerung des Boulder-clays gekennzeichnet ist.

Wenn aber der Moschusochs von Crayford von Norden kam, dann mußten seine Vorfahren, die aus Europa gekommen waren, schon viel weiter nördlich gelangt sein als er. Leider ist bisher noch kein Schädel aus Nordengland beschrieben worden, so daß ich nur die hypothetische Angabe hiervon machen kann. Für den Schädel von Dömitz gilt dasselbe wie für den von Crayford.

Fassen wir das im letzten Teile der Monographie Gesagte zusammen, so ergibt sich folgendes Resultat. Der Moschusochs hat zur Tertiärzeit die Polargegenden bewohnt. Am

Schlusse dieser Epoche zwang ihn die bedeutende Verschlechterung des Klimas, seine Wohnsitze zu verlassen. Er wich den herannahenden Eismassen nach Süden und nach Südwesten aus. Auf ersterem Wege — nur diesen habe ich in vorliegender Arbeit berücksichtigt — gelangte er nach England und Europa. Durch den Wechsel des Klimas verzögerte sich zeitweise diese Wanderung, sie kam auch zum Stillstand, ja sie bewegte sich vielleicht sogar wieder in verkehrter Richtung nach Norden. Am Ende der Haupteiszeit war der diluviale Moschusochs bis tief nach Süden verbreitet und erreichte seine südlichsten Standorte.

Nach der Haupteiszeit wandelte sich der bisherige Typus *Ovibos fossilis* Rütimeyer (= *Praeovibos priscus* nov. gen. et nov. spec. Staudinger) um. Es entstand der Typus *Ovibos mackenzianus* Kow. Dieser wich wiederum langsam nach Norden und Nordosten zurück, da ihm das Klima zu heiß wurde. Die nach England gelangten Exemplare fanden den weiteren Weg nach den Polarländern verschlossen, da mittlerweile die England-Polarlandbrücke verschwunden war. Sie gingen zugrunde. Die nordostwärts ziehenden Herden gelangten jedoch über Rußland, Sibirien und die Behringsstraße nach Nordamerika, wo der Typus noch heute als *Ovibos mackenzianus* Kow. westlich der großen Wasserscheide zwischen Atlantischem Ozean und dem Nördlichen Eismeer lebt.

Die anderen Typen des Moschusochsen, die Nordamerika, die Polarinseln und Grönland bewohnen, haben eine andere Stammesgeschichte und diese wird mich weiterhin beschäftigen.



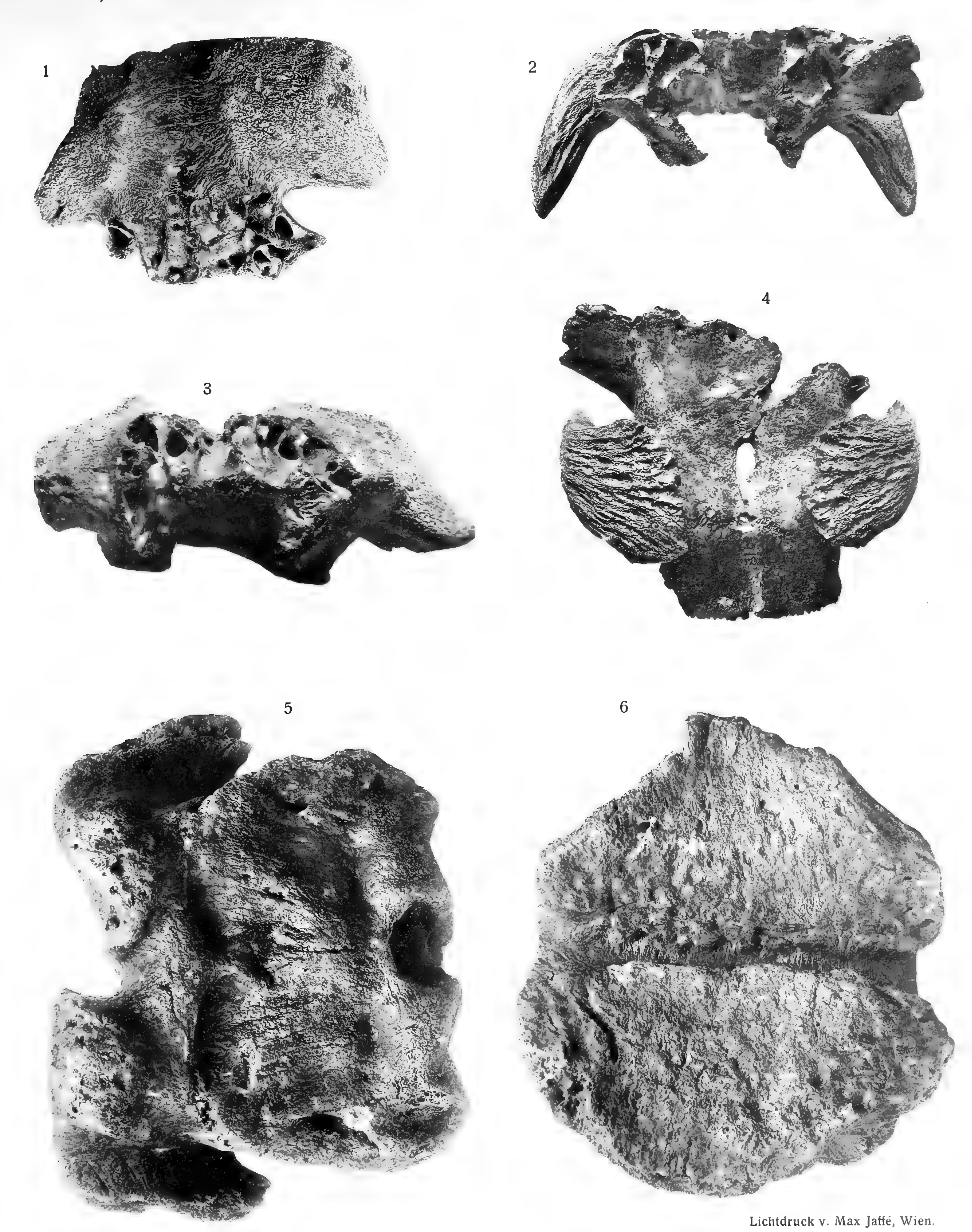
Tafel I.

Tafel I.

Fig. 1, 3. Schädel von Bielschowitz. Original in der Sammlung der Geologischen Landesanstalt in Berlin.

» 2, 4. Schädelfragment von Murek. Original im Museum der Akademie der Wissenschaften in Krakau.

» 5, 6. Schädel von Niederlöhme. Original in der Sammlung der Geologischen Landesanstalt in Berlin.



Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

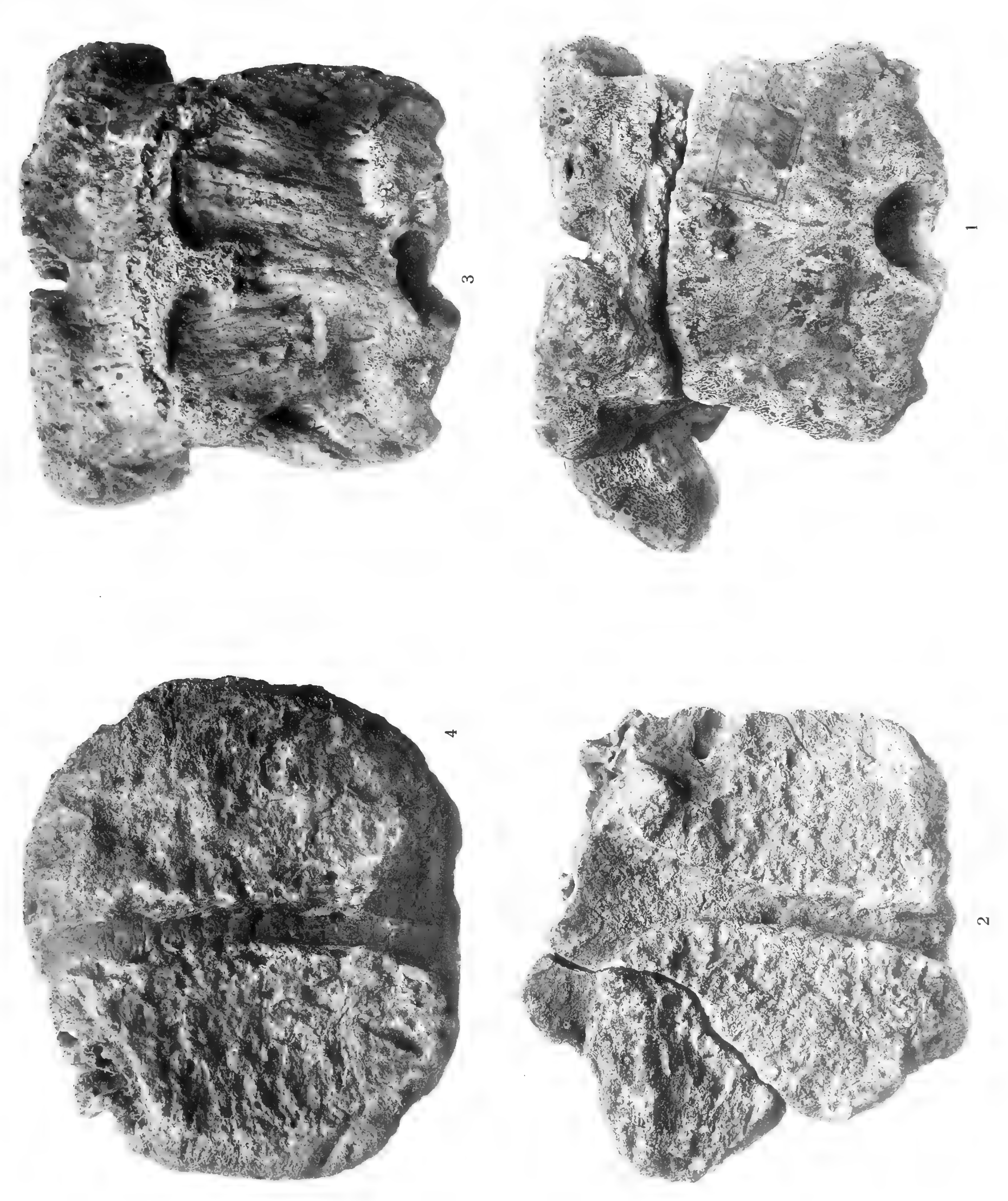


Tafel II.

Tafel II.

Fig. 1, 2. Schädel von Kamnig. Original im geologischen Universitätsinstitut in Breslau.

» 3, 4. » vom Kreuzberg. Original im Geologischen Universitätsinstitut in Berlin.

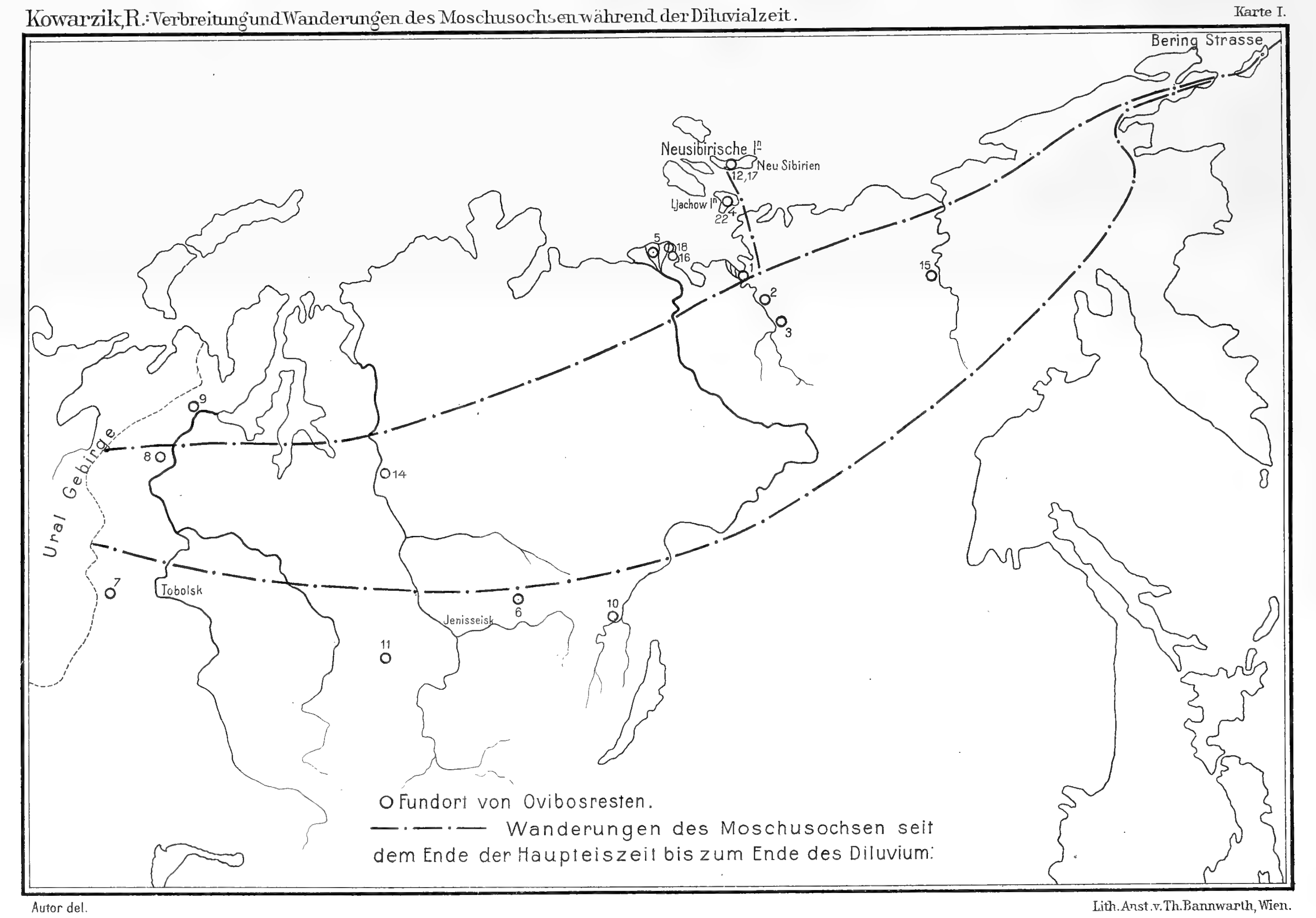


Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.



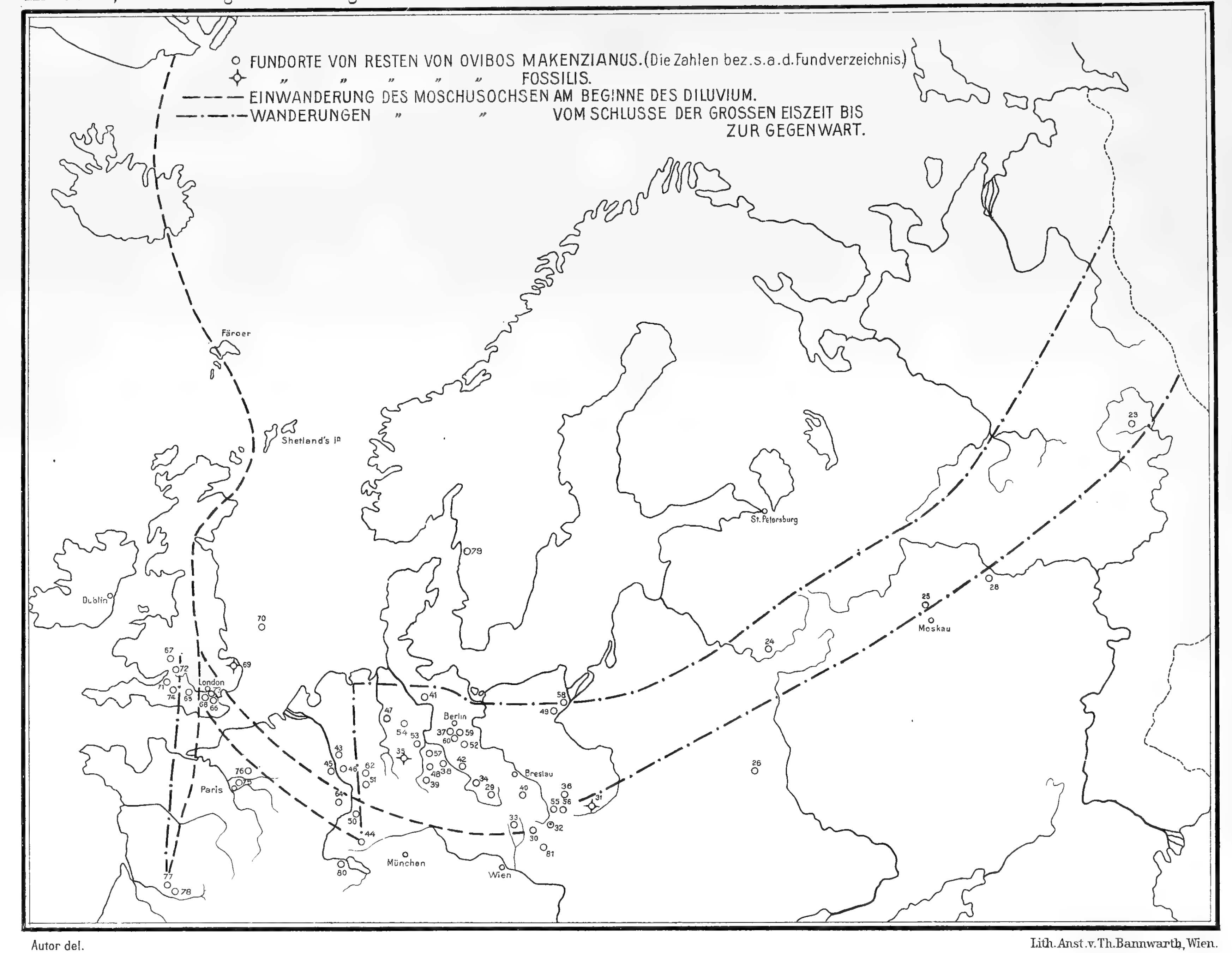
Kowarzik, R.: Verbreitung und Wanderungen des Moschusochsen während der Diluvialzeit.

Karte I.



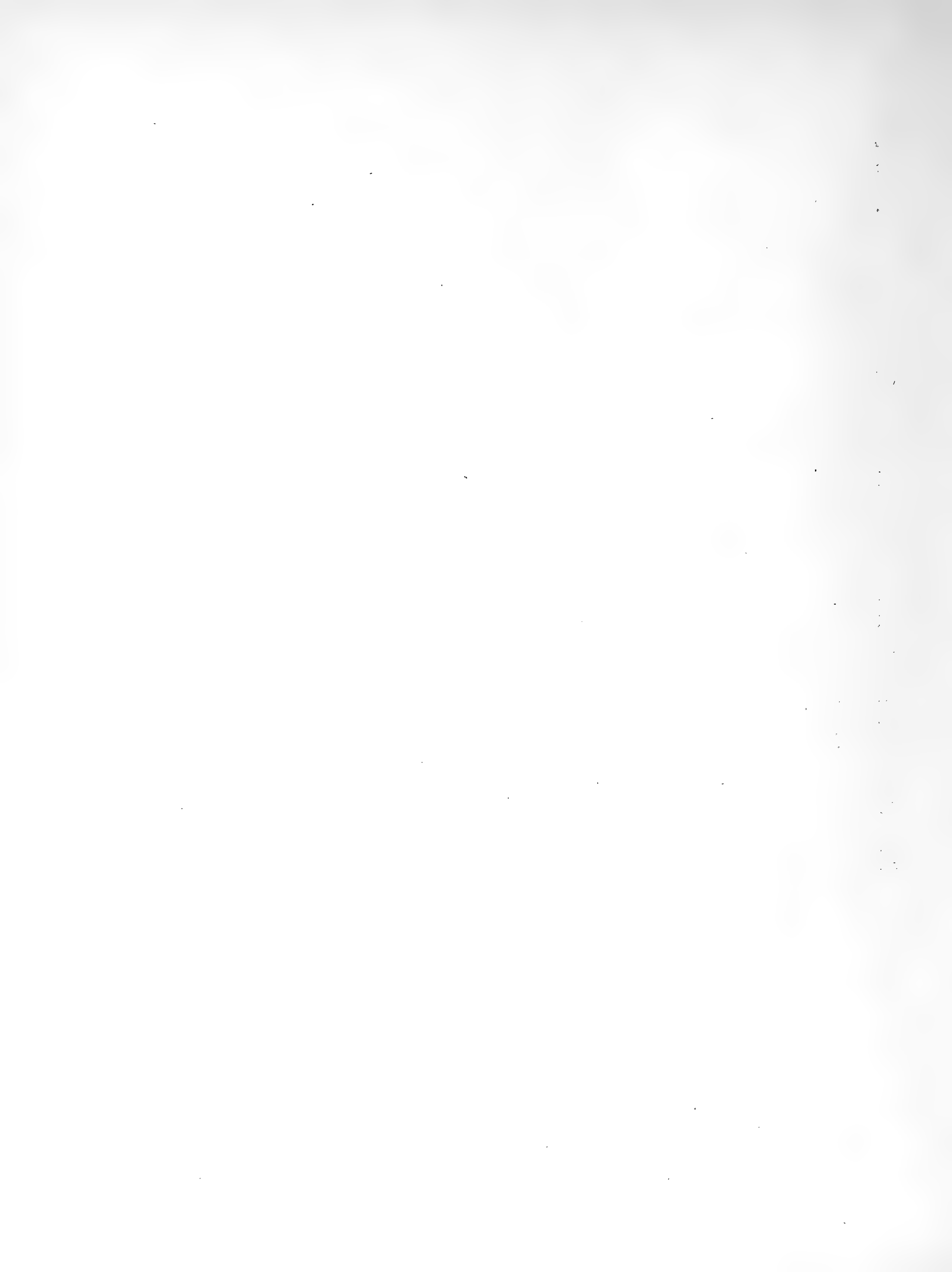
Autor del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.



Autor del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.




EX·HEREDITATE
IOSEPHI·TREITL

A.

FORTSETZUNG DER BERICHTE

DER

KOMMISSION FÜR ERFORSCHUNG

DES

ÖSTLICHEN MITTELMEERES

ZOOLOGISCHE ERGEBNISSE XVII.

DIE ISOPODENGATTUNG MICRONISCUS

VON

DR. OTTO PESTA.

Mit 7 Textfiguren.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 17. JUNI 1909.

(Die Ziffern beziehen sich auf das Literaturverzeichnis am Schlusse.)

Schon im Vorjahre war meine Aufmerksamkeit gelegentlich der Bearbeitung des Copepodenmateriales der »Pola«-Expedition auf eine parasitische Isopodenform gelenkt worden, die zunächst nur in einem einzigen Exemplar aufgefunden, mit dem Fortschreiten der Bestimmung jedoch wiederholt angetroffen werden konnte. Dieser Umstand brachte die Anregung zu einer eingehenderen Beschäftigung mit den interessanten Objekten, zumal die Literatur über den Gegenstand bald erkennen ließ, daß hier jede, wenn auch noch so bescheidene Mitteilung zur Aufklärung einer umstrittenen Frage beitragen kann.

Die erstgenannte Beobachtung wurde unter dem Titel »Ein neuer *Microniscus*« im akademischen Anzeiger der kaiserlichen Akademie in Kürze veröffentlicht (10).

Nun sollen die folgenden Zeilen eine zusammenfassende Darstellung der bisherigen Beschreibungen bringen, wobei die daraus entsprungenen Meinungsverschiedenheiten sowie die letzten Funde Berücksichtigung finden werden, die geeignet erscheinen, dem wenig bekannten und beachteten Vorkommen neues Interesse zuzuwenden.

Der Name »*Microniscus*« stammt von Fritz Müller (1); er bezeichnete damit einen Parasiten, den er auf dem Rücken eines Copepoden festgeheftet fand und sogleich als einen Isopoden erkannte. Seine Entdeckung fällt anfangs der 60er Jahre, doch hielt er mit ihrer Veröffentlichung bis 1871 zurück, da er seine Beobachtung für zu unvollständig empfand und die nötigen Ergänzungen von anderer Seite abwarten wollte. Das Exemplar hatte F. Müller mit verschiedenem übrigen zoologischen Material in Brasilien an der Küste von Desterro gefangen.

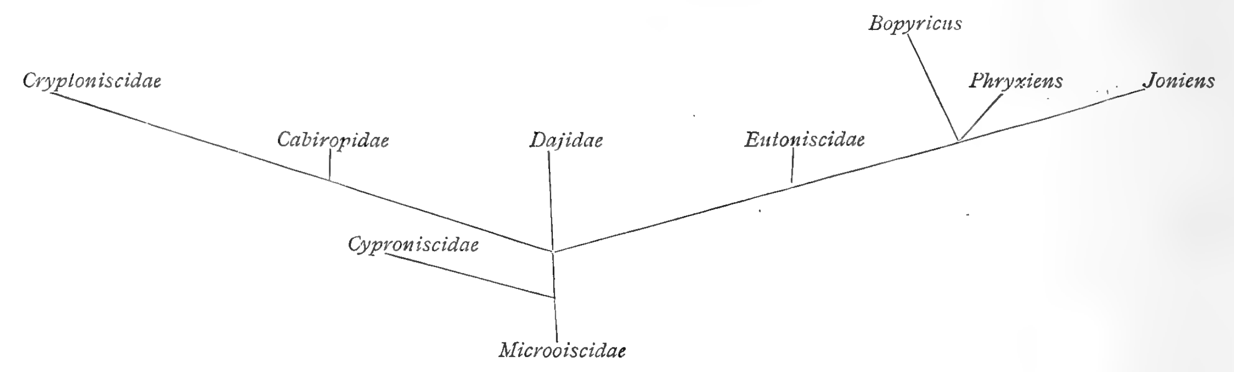
Er beschreibt es als ein kleines, nur 0·2 *mm* messendes, länglich schildförmiges Tierchen von brauner Farbe, dessen Leibesringe deutlich gegliedert sind; der Kopf, gleich lang wie der Hinterleib, trägt einen breiten häutigen Saum und seitlich je ein kleines Auge. An der Unterseite desselben entspringen ziemlich lange, ungegliederte (?) Hinterantennen, während »die vorderen Fühler nicht gesehen wurden«. Die Brustbeine sind kurze, mit Endklauen versehene Klammerorgane; nur das dritte zeigt eine abweichende Gestalt: es ist bedeutend verlängert und endet in eine Art Haftscheibe. Abdominalbeine und Schwanzanhänge besitzen keine Borsten und erscheinen zur Lokomotionstätigkeit kaum tauglich. Dieses Verhalten führt F. Müller als einen Beweis gegen den Larvencharakter seines Parasiten an; allerdings will er die Möglichkeit nicht ausgeschlossen wissen, daß dem Tiere bis zur Geschlechtsreife noch eine Metamorphose bevorsteht.

Erst 11 Jahre später hat G. O. Sars (2) eine dem Parasiten F. Müller's sehr ähnliche Form wieder entdeckt, die er mit einem *Calanus finmarchicus* Gunner bei den Lofoten-Inseln gefischt und daher *Microniscus calani* getauft hatte. Das Tier ist vor allem viel größer: ungefähr 1 *mm*. Auch zeigen die Thoraxbeine ausnahmslos gleiche Gestalt. Sämtliche Extremitäten, ebenso die Antennen tragen Endborsten. Sars konnte ferner das Vorhandensein eines vorderen Fühlerpaares konstatieren, das bedeutend kürzer entwickelt ist als die Hinterantennen. Infolge der Ähnlichkeit der beiden nun bekannten *Microniscus*-Formen mit Larvenstadien anderer Isopoden und mit Rücksicht auf die Tatsache, daß Sexualorgane nicht beobachtet werden konnten, spricht Sars seine Zweifel über die Gültigkeit dieses Genus aus.

Bald darauf bekaupteten die berühmten französischen Forscher Giard und Bonnier (3) in Übereinstimmung mit F. Müller, daß die Micronisciden keinesfalls als Larven aufzufassen seien, sondern vielmehr als primitivste Gruppe der Epicariden in eine eigene Familie zu stellen wären, deren Zugehörige ausschließlich auf Copepoden ihr Schmarotzerleben verbringen.

Dieser Annahme schloß sich 1893 auch Th. R. Stebbing (4) an; die phylogenetische Tafel der Epicariden, welche Giard und Bonnier gegeben, hat in seiner Arbeit Anwendung gefunden.

Sie stellt sich wie folgt dar:



Einen wichtigen Beitrag zur Kenntnis der Micronisciden, denen von hervorragender Seite eine so verschiedene Bedeutung zugemessen wurde, lieferte H. J. Hansen (5), der im Material der deutschen Planktonexpedition drei weitere Exemplare aufinden konnte. Zwar wurden die Tiere von ihm nicht in Verbindung mit den Wirten beobachtet, doch unterliegt es keinem Zweifel, daß sie mit der Gattung *Microniscus* identisch und bei der Konservierung und dem Zusammenmischen mit anderen *Plankton*-formen von irgend welchen Copepoden abgefallen waren. Das eine Exemplar stammte aus der Nordsee, die zwei anderen waren im Atlantischen Ozean (Äquatorialstrom und bei den kanarischen Inseln) gefangen worden. Hansen hebt in seiner Beschreibung ein allen drei Formen zukommendes Charakteristikum besonders hervor: nämlich den »eigentümlich embryonalen Zustand sowohl der Gliedmaßen als auch der inneren Organe«. Nicht weniger auffallend erscheint ihm das Unvermögen, Muskeln im Körper der Tiere mit Sicherheit nachweisen zu können; er sucht dieses Verhalten durch die Degeneration zu erklären, welche bei diesen Parasiten vielleicht so stark sich entfalte, daß nur lebende Exemplare eine sichere Beobachtung gestatten würden. Auch über die äußere Morphologie bringt dieser Forscher genauere Angaben:

»Die Antennulen haben die Form von kurzen oder langen Dreiecken, ohne Gliederung; die Antennen sind mittellang, mehr oder weniger sackförmig, bei der einen mit einiger Andeutung von Gliederung; der Mund ist äußerst verschieden entwickelt. Die sechs ersten Beinpaare sind gleich geformt, kurz und plump, ohne deutliche Glieder und Borsten, mit einer kleinen, dreieckigen, krummen und spitzen Kralle; das siebente Beinpaar ist etwas kleiner oder ungefähr ebensogroß wie das sechste, aber ohne Klaue. Pleopoden und Uropoden zweiästig, jedoch von höchst embryonalen Aussehen, indem die Äste zunächst sackförmig sind, ohne Borsten oder nur mit Spuren an der Spitze. Das eine Exemplar entbehrt der Augen vollständig, bei den zwei anderen ist ein mehr oder weniger entwickelter, schwarz pigmentierter Fleck auf jeder Seite des Kopfes zu finden, aber keine deutlichen Ozellen.« Ohne zur Entscheidung zu gelangen, ob die Tiere als aus dem Marsupium herausgefallene Larven oder als entwickelte Formen anzusprechen seien, nimmt Hansen als das wahrscheinlichste an, daß sie abgefallene Schmarotzer sind und daher auf die äußerst unvollkommen bekannte Gruppe der *Microniscinae* bezogen werden müssen. Er bezeichnet sie mit *Microniscus* α, *M.* β und *M.* γ.

G. O. Sars (6), der schon 17 Jahre früher die Ansicht äußerte, es möchten die Micronisciden Larvenstadien verschiedener Epicariden sein, sprach sich in seiner Bearbeitung der nordischen Crustaceen neuerdings für die Richtigkeit dieser Vermutung aus und suchte nun seinen Standpunkt, unterstützt durch die Beobachtung von zwei weiteren Formen, die von ihm auf *Pseudocalanus elongatus* (Nordsee) und *Metridia longa* (Nordsee) parasitierend angetroffen wurden, eingehend zu begründen. Indem er die Micronisciden mit den Entwicklungsstadien bekannter Epicariden und dann auch untereinander vergleicht, ergibt sich für ihn zunächst als das Wichtigste, daß die zwei wohl unterscheidbaren Larvenstadien der Epicariden, welche Giard und Bonnier als »*forme epicaridienne*« und «*forme cryptoniscienne*« bezeichnen, durch ein Zwischenstadium miteinander in Verbindung gebracht werden müssen, nachdem ein derartiger Sprung der Metamorphose, wie er in vorhin genannter Reihenfolge vorhanden wäre, nicht gut annehmbar ist. Diese eingeschobene dritte Larvenform repräsentiert nach Sars der *Microniscus*, der in den bekannten Fällen auf Copepoden parasitiert. Jene *Microniscus*-Formen, welche auf der Gattung *Calanus* und *Pseudocalanus* gefunden wurden, besitzen beborstete Antennen, Pleopoden und Uropoden, deren Exopodit länger ist als der Endopodit, und sind außerdem stets mit Augen versehen; diese Merkmale stimmen für die Larve eines *Bopyriden (Phryxus abdominalis?)*. Die *Microniscus*-Form hingegen, welche auf *Metridia longa* parasitiert, entbehrt der Augen und unterscheidet sich weiters durch den Besitz von kürzeren Exopoditen der Uropoden; sie verwandelt sich durch Häutung in das zweite Larvenstadium eines *Cryptonisciden* (verwandtes Genus von *Podascon.* (?) Die Systematik muß daher von der Aufstellung der Gattung *Microniscus* abgehen.

Ein Jahr später nahm J. Bonnier (7) die Frage nach der Stellung der Micronisciden wieder auf und beantwortete sie im entgegengesetzten Sinne. Die *Epicarida* werden von ihm in zwei Untergruppen geteilt, und zwar umfaßt die erste, *Cryptoniscinae* genannt, acht Familien, von denen als ursprünglichste die der *Microniscidae* angeführt wird. Bonnier hält also damit ebenso wie Sars seine erste Ansicht aufrecht. Gegen die Annahme des letzten Forschers sprechen folgende Überlegungen:

1. Würden die Micronisciden als Larven zu betrachten sein, so nähmen sie unter den Epicariden eine Ausnahmsstellung ein, da es von keinem Vertreter dieser Gruppe bekannt sei, daß er sich bereits in der »*forme epicaridienne*« auf Crustaceen festhaftet.

2. Infolge der rudimentären Entwicklung der Körperanhänge und der Muskulatur erscheine es unmöglich, daß der *Microniscus* einen Wirtswechsel vornimmt, der nach Sars erfolgen müßte.

3. Sprunghafte Entwicklung sei bei den Häutungen der Anthropoden eine häufige Erscheinung, wie Sars selbst an *Asconiscus simplex* gezeigt hat.

Bonnier kommt deshalb zum Schlusse: »Au contraire, tout ce que nous savons des habitudes éthologiques des Crustacés parasites semble nous indiquer qu'il s'agit ici d'un ensemble de formes primitives

que se sont fixées sur les Copépodes pélagiques et qui, probablement, y passent la plus grande partie de leur existènce sinon leur existence entière. Rien maintenant n'empeche plus d'admettre qu'elles deviennent sexuées sous cette forme ou sous une forme à peine modificè puisque nous savons actuellement que certaines espéces présentant à ce stade non seulement des testicules, mais encore des ovaires parfaitement développes.«

Diesen Worten fügt er noch bei, daß die Frage erst dann endgiltig gelöst sein wird, wenn nicht nur geschlechtsreife Formen, sondern auch Weibchen mit Embryonen zur Beobachtung gelangt sind.

Seitdem hat sich, soweit mir bekannt ist, kein Zoologe mehr näher mit dem Gegenstande befaßt oder gar die Streitfrage zur Entscheidung gebracht; in später erschienenen systematischen Arbeiten, wie in der von H. Richardson (8) und Th. R. Stebbing (9) wird nur in Kürze auf sie hingewiesen, ohne daß der eine oder andere Autor eigene Beobachtungen angestellt hätte.

Wie viele Lücken unsere Kenntnis über die fragliche Isopodengattung bis heute aufweist, wird aus dem voranstehenden Referat zur Genüge hervorgegangen sein. Es ist gewiß als ein voreiliges Beginnen zu bezeichnen, wenn auf Grund der Beobachtung einiger weniger, toter Exemplare, deren Schicksale im Entwicklungsgang ihres Lebens gänzlich unbekannt sind, Vermutungen über ihre Bedeutung in den Vordergrund geschoben und zu Überzeugungen erhoben werden, während doch die äußere und innere Morphologie der Formen selbst nicht genügend untersucht werden konnte. Fehlt es vor allem an der Bekanntschaft mit lebendem Material, welches auch Aufschluß über den Grad des bestrittenen freien Bewegungsvermögens geben könnte, so macht sich nicht weniger der Mangel an deutlichen Abbildungen in den bisherigen Arbeiten unangenehm geltend; denn zur Unterscheidung der verschiedenen *Microniscus*-Formen oder zur Feststellung von Entwicklungsreihen werden Habitusbilder nicht mehr genügen.

In diesem Sinne sollen die folgenden Angaben, die sich auf die Untersuchung von sechs Exemplaren stützen, eine Wandlung schaffen und die Grundlage liefern, mit Hilfe welcher spätere Beobachter ihre Vergleiche anstellen und allmählich Licht in das Dunkel eines Gegenstandes bringen mögen, der heute noch nicht als spruchreif bezeichnet werden kann. Der Übersicht wegen möge hier das Verzeichnis der verschiedenen *Microniscus*-Formen Platz finden.

Parasit:	Wirt:	Fundort:
Microniscus fuscus F. Müller	? *Calanide*	Atlant. Ozean (Brasilien)
„ *calani* G. O. Sars	*Calanus finmarchicus* Gunner	Nordsee (Lofoten Inseln)
» sp. G. O. Sars	*Pseudocalanus elongatus* Boeck	» (Norwegen)
» sp. G. O. Sars	*Metridia longa* Lubbock	» »
» α Hansen	?	Nordsee
» β Hansen	?	Atlant. Ozean (Äquatorialstrom)
» γ Hansen	?	» « (Canar. Inseln)
» δ O. Pesta	*Calanus gracilis* Dana	Östl. Mittelmeer

Microniscus δ. Der Körper, dessen Länge zwischen 0·7 bis 1 *mm* schwankt, ist von der allen Micronisciden zukommenden länglich-ovalen, schildförmigen Gestalt und besteht im ganzen aus vierzehn Abschnitten. (Fig. 1 und 2.) Davon entfällt der erste und größte auf den Kopf, der einen breiten chitinösen

Saum trägt. Dann folgen sieben Thoraxsegmente, deren vorderstes vom Kopfabschnitt nur noch durch seitliche Einschnürung getrennt ist; ihre Ränder geben dem Körper durch dachziegelartiges Übereinander-

Fig. 1.

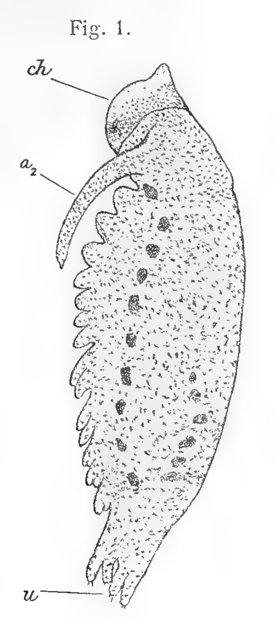


Fig. 1. *Microniscus* ♂: Habitusbild von der Seite (Glyzerinpräparat).

Fig. 2.

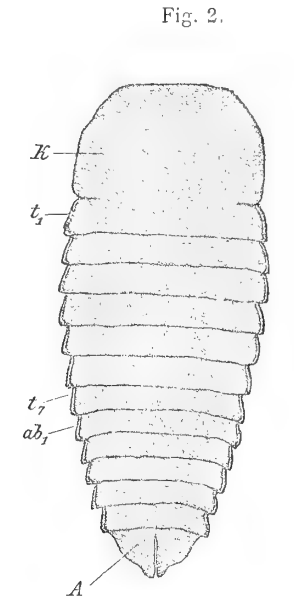


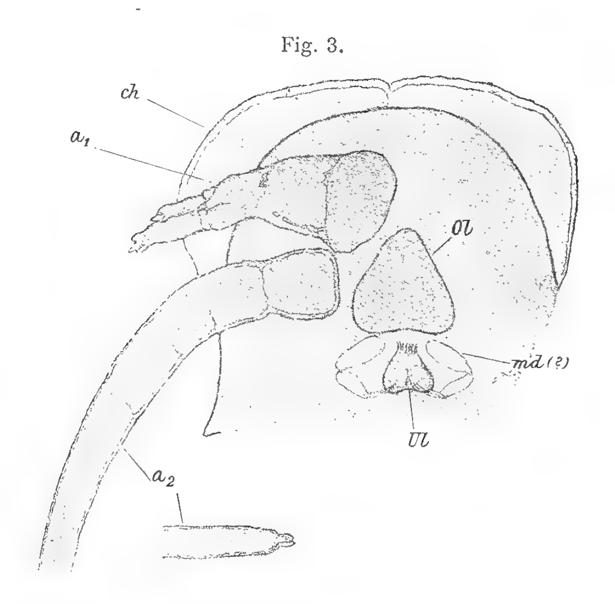
Fig. 2. *Microniscus* ♂: Rückenansicht (Kalilaugepräparat).

Buchstabenerklärung.

ch = Chitinsaum. *k* = Kopfsegment. ab_1 = 1. Abdominalsegment.
a_2 = 2. Antenne. t_1 = Thoraxsegment. *A* = Analsegment.
u = Uropoden. t_7 = Thoraxsegment.

greifen einen charakteristischen Umriß. Die sechs anschließenden Abdominalsegmente verjüngen sich nach hinten allmählich; das sechste, das Analsegment, ist gupfförmig ausgezogen und dadurch größer als die vorhergehenden. Auf der Unterseite des Kopfes entspringen zwei Antennenpaare (Fig. 3); das vordere

Fig. 3.



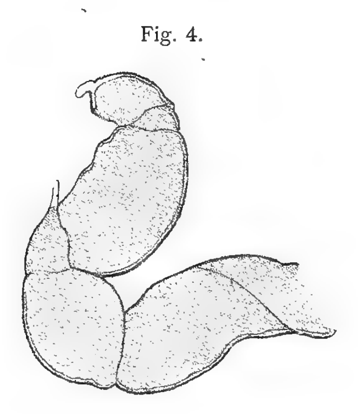
Microniscus ♂: Kopf von unten (Kalilaugepräparat).

Buchstabenerklärung.

ch = Chitinsaum. a_1 = 1. Antenne. a_2 = 2. Antenne. *Ol* = Oberlippe. *md* = (?) Mandibel.
Ul = Unterlippe.

reicht gar nicht oder nur sehr wenig über den Körperrand hinaus und besitzt ein stark verbreitertes Basalglied, wodurch sich eine gewisse Ähnlichkeit mit der Form eines Dreieckes ergibt. Der darauffolgende, zapfenartige Abschnitt geht in zwei, durch einen kurzen Einschnitt getrennte, und am Ende mit je drei stumpfen Zacken versehene Glieder aus; da aber dieses Bild nur an einem durch Kalilauge aufgehellten Präparat zu sehen war, so liegt die Wahrscheinlichkeit vor, daß der eine Teil dem Rest einer alten Cuticula entspricht. Immerhin wäre ja das Vorhandensein einer Art »Nebengeißel« — oder der Anlage einer solchen — auch möglich. Die ventrale Fläche der ersten zwei Glieder weist kleine chitinöse Spitzen und Verdickungen auf. Die Hinterantennen sind als lange, bis zum vierten Brustsegment reichende, schlaffe Fühler ausgebildet, die eine ausgesprochene Gliederung nicht erkennen lassen; die vom Chitinrand ins Innere vorspringenden feinen Linien können wohl nicht als Gliedergrenzen gedeutet werden. Das Ende schließt mit zwei, bald mehr bald weniger in die Länge gezogenen, fingerförmigen Fortsätzen ab. Die Mitte zwischen den Antennenpaaren nimmt eine ziemlich große, verkehrt herzförmige Oberlippe ein; ihr gegenüber liegt eine kleinere Unterrippe, die ihre ursprüngliche Zusammensetzung aus zwei Teilen deutlich zeigt. Bei anderen Isopoden wird das nämliche Organ von den Maxillarfüßen dargestellt, so daß die Annahme berechtigt erscheint, hier eine homologe Bildung vorauszusetzen. Zwischen Ober- und Unterlippe schieben sich undeutlich sichtbare Anhänge (Mandibeln ?) ein. Die Brustsegmente sind mit je einem Paare kräftig entwickelter Klammerbeine (Fig. 4) ausgestattet; jeder Fuß besteht aus vier Gliedern,

Fig. 4.



Microniscus ♂: 2. Thoraxbein, links.

von denen das zweite mit einem kappenförmigen Anhang dem folgenden Gliede ansitzt; der Anhang selbst läuft in eine gerade Spitze aus. Der Rand des dritten Abschnittes ist durch wellige Chitinbuckel ausgebuchtet, während das Endglied, gegen denselben zurückgeschlagen, ungefähr die Form eines Blattes hat und eine scharf gebogene, aber stumpfe Klaue trägt.

Diese Differenzierung kann am siebenten Brustbeine nicht beobachtet werden; vielmehr ist dasselbe nur als ein weit vorspringender Wulst ausgebildet. Damit ist der Text meiner vorläufigen Mitteilung berichtigt, wo es heißt: ...»Diese (7 Thoraxbeinpaare) weisen alle den gleichen Bau auf:...«. An dieser Stelle möchte ich auch aus dem Lehrbuche der Entwicklungsgeschichte von Korschelt und Heider zitieren, um einen Hinweis zu geben, wie nötig es ist, sich bei der Unkenntnis des Entwicklungsganges der Microonisciden mit Vorsicht über ihre Stellung auszusprechen. (Pagina 490 des XV. Kap, ist zu lesen: »Die aus dem Brutraume ausschlüpfenden Larven der Bopyriden zeigen wohlentwickelte gegliederte Antennen, von denen die des zweiten Paares vorwiegend als lokomotorische Organe zur Verwendung kommen. Die Mundwerkzeuge haben bereits die für die Bopyriden charakteristische Bildung. Von Thorakalanhängen sind sechs Paar Klammerbeine entwickelt. Das letzte Thoraxsegment entbehrt noch — wie bei sämtlichen Isopodenlarven — der Extremitätenanlage.« An den fünf folgenden Abdominalsegmenten sitzen flach der Bauchseite anliegende Pleopoden-Paare (Fig. 5); jeder Fuß besteht aus einem trapezförmigen Basale, an welches ein eingliedriger Innen- und Außenast anschließt. Beide Äste sind von rechteckigem Umriß, der innere nur wenig kürzer als der äußere und tragen je fünf End-

borsten, die nach der Größe des Exemplares nicht immer gleich stark entwickelt erscheinen. Das sechste Abdominalsegment trägt zwei an der Ventralseite mit ihm verwachsene Uropoden, die bei kleineren Individuen seitlich vom Körperende abstehen, bei größeren in gerader Richtung dasselbe überragen. Außen- und Innenäste dieses letzten Extremitätenpaares enden mit je drei Dornen, deren Stärke und Länge ebenfalls in geringem Maße schwankt.

Alle beobachteten Exemplare zeigen gleichmäßig gelbbraune Färbung. (Fig. 1.) Da aber die Wirtstiere selbst einen durch die Konservierung hervorgerufenen übereinstimmenden Farbenton aufweisen, so kann nicht darüber entschieden werden, ob die Micronisciden sich in Natur davon verschieden verhalten oder nicht. Eine Ausnahme machen die an den Seitenlinien des Körpers auftretenden Pigmentflecke, die rotbraun gefärbt sind. Zahl und Lage derselben ist keinen strengen Grenzen unterworfen; man zählt jederseits 10 bis 12, so daß auf ein Segment rechts und links je ein Pigmentfleck entfällt. (Fig. 1 und 6.) Kopfabschnitt und Analsegment entbehren derselben stets. Das erstere trägt auch keine Augen. Die gleichmäßige Verteilung des Farbstoffes im Körper scheint tatsächlich darauf zurückgeführt werden zu müssen, daß eine Differenzierung innerer Organe nicht nachweisbar ist; wenigstens läßt sich am Totopräparat nichts weiter als eine einheitlich großzellige histologische Struktur vorfinden, die den Tieren unter schwacher Vergrößerung jenes charakteristische granuläre Aussehen verleiht, das schon früheren Beobachtern aufgefallen war. (Fig. 6.)

Fig. 5. Fig. 6.

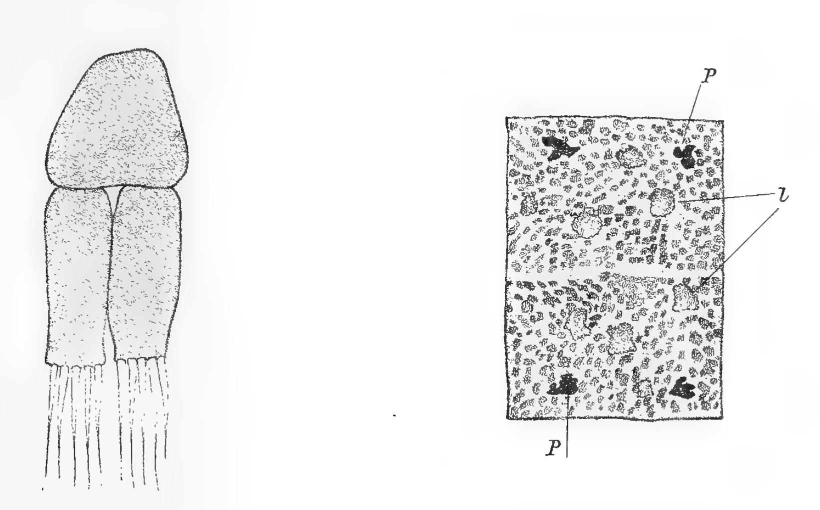


Fig. 5. *Microniscus* ♂: 1. Pleopode, rechts (Kalilaugepräparat). Fig. 6. *Microniscus* ♂: Körpergewebe (Alkoholpräparat).

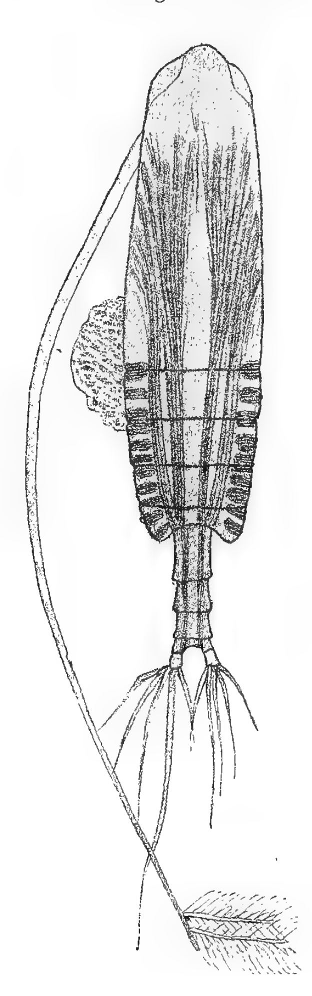
Buchstabenerklärung.
P = Pigmentfleck. *l* = Leukozytenartige Körper.

In der Medianlinie der Körpers ist ein etwas heller gefärbter Streifen im Gewebe zu bemerken. Derselbe gibt wohl den Verlauf des Darmkanals an; eine epithelial angeordnete Zellschichte kann aber nicht wahrgenommen werden. Anscheinend regellos im Körper verstreut liegen eigentümliche, grau gefärbte Gebilde, die in ihrer Form auffallend an Leukozyten des Wirbeltierblutes erinnern. (Fig. 6, *l*). Vielleicht müssen sie als Drüsenzellen gedeutet werden; doch erschwert die allgemeine Opacität der Tiere die Untersuchung der inneren Organisation so sehr, daß sie ein unzweifelhaftes Erkennen ausschließt. Muskeln fehlen vollkommen; übrigens müßten gerade diese, wenn sie vorhanden wären, deutlich zu sehen sein, nachdem sämtliche Copepoden des vorliegenden Materiales ihre Muskulatur durch intensive Braunfärbung besonders stark hervortreten lassen. (Fig. 7).

Die Anheftungsstelle der Micronisciden an ihren Wirten ist fast ausnahmslos in der Segmentgrenze zwischen erstem und zweitem Brustring gegeben und da bei den Weibchen des *Calanus gracilis*, auf

denen der Parasit gefunden wurde, das erste Thoraxsegment mit dem Kopfe verschmolzen ist, also im vordersten Körpereinschnitt. Die Gründe für dieses Verhalten dürfen einerseits darin zu suchen sein, daß das Wirtstier an dieser Stelle, die ungefähr in der Körpermitte liegt, sich am schwersten von seinen Parasiten befreien kann; andererseits bietet die an den Segmentgrenzen stets verdünnte und weichere Kutikula für den Schmarotzer den geeignetsten Punkt, um sein Sauggeschäft ausführen zu können. Ziemlich häufig habe ich Calaniden derselben Art angetroffen, die an jener Stelle statt des vermeintlichen *Microniscus* einen gleich großen Auswuchs aufwiesen. (Fig. 7.) An derartigen Bildungen ist nichts als eine das Innere aus-

Fig 7.



Calanus gracilis ♀ mit Auswuchs (links) (Alkoholpräparat).

füllende körnelige Masse zu konstatieren, deren Oberfläche ganz oder nur teilweise eine feine Haut überzieht, die dann immer an der scharfen Abgrenzung nach außen zu erkennen ist. Die Deutung dieser Auswüchse könnte zu verschiedenen Vermutungen Anlaß geben; aber es liegt nahe anzunehmen, daß sie von der Verletzung herrühren, welche ein *Microniscus* dem Calaniden beigebracht hat und sie daher ausgetretene plasmatische Substanz des Wirtes sind.

Literaturverzeichnis.

7. Bonnier J.: »Contribution a l'étude des Épicarides. Les Bopyridae.« Trav. Stat. Zool. Wimereux, VIII, 1900.

3. Giard A. und Bonnier J.: »Contributions à l'étude des Bopyricus.« Trav. Stat. Zool. Wimereux, V, 1887.

5. Hansen H. J.: Isopoden, Cumaceen und Stomatopoden der deutschen Plankton-Expedition.« V. II, Kiel-Leipzig, 1895.

1. Müller Fr.: »Bruchstücke zur Naturgeschichte der Bopyriden.« Jenaische Zeitschr. f. Naturw. V. VI, 1871.

10. Pesta O.: »Ein neuer *Microniscus*.« (Vorläuf. Mitteilg.) Akad. Anz. d. kais. Akad. der Wissensch, Wien, 1908, Nr. 8.

8. Richardson H.: »Contributions to the Nat. History of the Isopoda.« I. u. II P. U. S. Mus. V. XXII., 1904.

2. Sars G. O.: »Oversigt of Norges Crustaceer.«. Christiania Videnskab. Forhandl. Nr. 18, 1882.

6. — »An Account of the Crustacea of Norway.« V. II: »Isopoda.« Bergen 1899.

4. Stebbing Th. R.: »A History of Crustacea.« Internat. scientif. series v. 74, London, 1893.

9. — »Marine Crustaceans, Part XII: Isopoda.« Fauna and Geography of the Maldive and Laccadie Archipelagos. V. II, Cambridge 1906.



ZOOLOGISCHE ERGEBNISSE XVIII

COPEPODEN DES ÖSTLICHEN MITTELMEERES

(II. UND III. ARTENLISTE, 1891 UND 1892)[1]

BEARBEITET VON

DR. OTTO PESTA

Mit 2 Tafeln

VORGELEGT IN DER SITZUNG VOM 4. MAI 1911.

In dem ersten Bericht über die Copepoden, welche die Expedition S. M. Schiff »Pola« auf ihren Fahrten im östlichen Mittelmeer gesammelt hat, ist einleitend bereits über die Anlage und den Umfang dieser Listen gesprochen worden (Denkschr. math. natur. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, 84. Bd. p. 19). Es hat sich nun die Notwendigkeit ergeben, in der Folge eine Änderung oder vielmehr Erweiterung derselben insoferne eintreten zu lassen, als bei einigen Arten Bemerkungen deskriptiv-systematischer Natur angefügt worden sind; war dies ohnehin unvermeidlich, so dürfte sich außerdem auch später kaum mehr eine Gelegenheit hiezu bieten. Wenn die zweite Artenliste im Vergleich zu den übrigen auffällig kurz erscheint, so liegt der Grund in der geringen Anzahl von Fängen, die durchwegs Tiefenfänge sind, während mir ein anderes Material dieses Expeditionsjahres nicht zur Verfügung stand.

Bezüglich der Synonyma muß gleich anfangs besonders hervorgehoben sein, daß sie diejenige Aufzählung, wie sie in der ersten Artenliste nach jeder Spezies angegeben ist, fortsetzen und ergänzen, daher Wiederholungen nicht vorkommen.

Verzeichnis der Stationen, an welchen Copepoden erbeutet wurden.

(II. Expeditionsjahr 1891.)

Stations-nummer	Datum	Zeit	Östliche Länge von Greenwich	Nördliche Breite	Tiefe	
68	1./8.	$3^1/_2$ — $4^1/_4$ p. m.	23° 46'	35° 54'	200 *m*	Chun-Petersen-Schießnetz.
83	17./8.	4·41 — 5·40p. m.	29 4	32 20	600 *m*	Chun-Hensen-Schließnetz.
86	25./8.	$4^1/_4$ — $6^1/_4$ p. m.	28 40	31 30	500 *m*	Monaco-Courtinen-Netz.

[1] I. Artenliste (1890) erschienen in: Denkschr. math. naturw. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, 84. Bd., 1909, p. 19.

Gymnoplea.

Fam. Calanidae.

1. Calanus gracilis Dana.

1883 *Calanus gracilis,* Brady G.: Rep. Voy. Challenger, v. 8, p. 35; t. 5 und 46.

1900 *C. gracilis,* Thompson J. C.: Transact. Liverpool Biolog-Soc., v. 14, p. 275.

1903 *C. gracilis,* Thompson J. C.: Ann. Mag. Nat. Hist. ser. 7, v. 12, p. 15.

1903 *C. gracilis,* Thompson u. Scott A.: Publiziert bei d. Royal Soc. London, p. 241.

1903 *C. gracilis,* Cleve P. T.: Arkiv för Zoologi, v. 1, p. 357.

1905 *C. gracilis,* Sars G. O.: Bullet. du Musée Océanograph. de Monaco, Nr. 26, p. 1.

1905 *C. gracilis,* Esterly C. O.: Univ. California Publicat. Zool., v. 2, Nr. 4, p. 128, fig. 4.

1906 *C. gracilis,* Pearson J.: Fisheries Ireland Sci. Invest. 1905, VI (1906), p. 5.

1908 *C. gracilis,* Farran G. P.: Fisheries Ireland Sci. Invest. 1906, II (1908), p. 20.

1909 *C. gracilis,* Pesta O.: Denkschr. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 84, p. 21.

1909 *Megacalanus gracilis,* Scott A.: Siboga-Exp. Uitkomst. Zool. Bot. Ocean. en Geol. Geb. Monographie Nr. 29 *a*, p. 12.

Fundorte: Station Nr. 86.

2. Eucalanus attenuatus (Dana).

1900 *Eucalanus attenuatus,* Thompson J. C.: Transact. Liverpool Biol. Soc., v. 14, p. 276.

1903 *E. attenuatus,* Cleve P. T.: Arkiv för Zoologi, v. 1, p. 362.

1903 *E. attenuatus,* Thompson J. C.: Ann. Mag. Nat. Hist. London, v. 12, ser. 7, p. 15.

1905 *E. attenuatus,* Esterly C. O.: Univ. California Public. Zool., v. 2, Nr. 4, p. 133, fig. 7.

1907 *E. attenuatus,* Carl I.: Revue Suisse Zool., v. 15, p. 16.

1909 *E. attenuatus,* Pesta O.: Denkschr. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 84, p. 21.

1910 *E. attenuatus,* Steuer A.: Sitzber. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 119, p. 1025.

Fundorte: Station Nr. 68.

3. Mecynocera clausi J. C. Thompson.

1888 *Mecynocera clausii,* J. C. Thompson: J. Linn. Soc., v. 20, p. 150 t. 11, fig. 1—4.

1888 *Leptocalanus filicornis,* Giesbrecht: Atti Acc. Lincei Rend., ser. 4, v. 4, sem. 2, p. 334.

1892 *Mecynocera clausi,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 160, t. 5, fig. 1; t 11, fig. 43—45; t. 35, Fig. 21, 22.

1894 *M. clausi,* T. Scott.: Trans. Linn. Soc. London, Zool., ser. 3, v. 6, p. 80, taf. 1, 2.

1898 *M. clausi,* Giesbrecht u. Schmeil: Tierreich, 6. Liefg. Copep. I, p. 23.

1900 *M. clausi,* Wheeler W. M.: Unit. Stat. Fisch Comm. Bullet. for 1899, p. 168 fig. 5.

1903 *M. clausi,* Thompson J. C.: Ann. Mag. Nat. Hist. London, ser. 7, v. 12, p. 16.

1903 *M. clausi,* Thompson u. Scott A.: Publiziert b. d. Royal Soc. London (»On the Copepoda.« Suppl. Report VII), p. 242.

1905 *M. clausi,* Sars G. O.: Bullet. du Musée Océanograph. de Monaco, Nr. 26, p. 2.

1905 *M. clausi,* Esterly C. O.: Univ. California Public. Zool., v. 2, Nr. 4, p. 137, fig. 16.

1906 *M. clausi,* Pearson J.: Fisheries Ireland, Sci. Invest. 1905, VI, (1906), p. 8.

1908 *M. clausi,* van Breemen: Nord. Plankton, 7. Liefg., VIII, p. 19, Fig. 16.

1909 *M. clausi,* Scott A.: Siboga-Exp. Uitkomst. Zool. Botan. Ocean. en Geol. Geb. Monographie, Nr. 29 *a*, p. 25.

1910 *M. clausi,* Steuer A.: Sitzber. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 119, p. 1026.

Fundorte: Station Nr. 68, 83.

4. Euchirella messinensis (Claus).

1896 *Euchirella messinensis,* Canu E.: Annal. Univ. Lyon, v. 26, p. 424.

1903 *E. messinensis,* Giesbrecht: Mittl. Zool. Stat. Neapel, v. 16, p. 201.

1903 *E. messinensis,* Thompson u. Scott A.: Publiziert b. Royal Soc. London (»On the Copepoda.« Suppl. Report VII), p. 244.

1904 *E. messinensis,* Cleve P. T.: Marin. Invest. South Africa, v. 3, p. 190.

1905 *E. messinensis,* Sars G. O.: Bullet. Musée Océanograph. Monaco, Nr. 26, p. 4.

1905 *E. messinensis,* Esterly C. O.: Univ. California Publ. Zool., v. 2, p. 151, fig. 18.

1908 *E. messinensis,* Farran G. P.: Fisheries, Ireland, Sci. Invest. 1906, II (1908), p. 37.

1909 *E. messinensis,* Pesta O.: Denkschr. math. nat. Kl. Akad. kais. Wiss. Wien, v. 84, p. 23.

1909 *E. messinensis,* Scott A.: Siboga Exp. Uitkomst. Zool. Bot. Ocean en Geol. Geb. Monographie, Nr. 29 *a*, p. 56.

Fundorte: Station Nr. 86.

5. Euchaeta marina (Prestandrea).

1900 *Euchaeta marina,* Thompson J. C.: Transact. Liverpool Biol. Soc., v. 14, p. 278.

1901 *E. marina,* Cleve P. T.: Kgl. Svenska Vetensk. Akad. Handl., v. 35, Nr. 5, p. 7.

1903 *E. marina,* Thompson J. C.: Ann. Mag. Nat. Hist. London, ser. 7, v. 12, p. 18.

1903 *E. marina,* Thompson u. Scott A.: Publiziert b. Royal Soc. London (»On the Copepoda.« Suppl. Report VII), p. 244.

1903 *E. marina,* Cleve P. T.: Arkiv för Zoologi, K. Sv. Vet. Akad., v. 1, p. 363.

1904 *E. marina,* Cleve P. T.: Marin. Invest. South Africa, v. 3, p. 190.

1905 *E. marina,* Sars G. O. Bullet. Musée Océanograph. Monaco Nr. 26, p. 4.

1905 *E. marina + indica,* Wolfenden R. N. Fauna a. Geogr. Maldive a. Laccadive Archipel, v. 2, Suppl. 1, p. 1007, Taf. 100, Fig. 19, 20; p. 1008, Taf. 100, Fig. 12—16.

1906 *E. marina,* Pearson J.: Fisheries Ireland, Sci. Invest. 1905, VI (1906), p. 16.

1907 *E. marina,* Carl J.: Revue Suisse Zool., v. 15, p. 16.

1909 *E. marina,* Pesta O.: Denkschr. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 84, p. 23.

1909 *E. marina,* Scott A.: Siboga-Exp. Uitkomst. Zool. Bot. Ocean. en Geol. Geb. Monographie, Nr. 29 *a*, p. 67, Taf. 19, Fig. 9—20.

Fundorte: Station Nr. 68, 86.

Euchaeta trunculosa mihi = *Euchacta Sutherlandii* Lubbock = *Euchaeta marina* ♂ iuvenis (Taf. I, Fig. 1, 2, 3, 6). In meiner ersten Artenliste gab ich (auf p. 30/31) in Kürze die Merkmale für eine *Euchaeta*-Spezies an, die ich mit keiner der bekannten Arten identifizieren konnte und mit Rücksicht auf das stummelförmige männliche 5. Beinpaar als *trunculosa* bezeichnete. Das Weibchen blieb unbekannt. Die weitere Bearbeitung des Materiales ließ diese Form als eine der häufigst vorkommenden erkennen; gleichzeitig fiel es auf, daß ihr Auftreten stets mit dem von *E. marina* verbunden war. Und als sich endlich das erste Exemplar fand, bei dem der Höcker des Frontalorganes nicht stark vorsprang, sondern sich flach wölbte wie bei *E. acuta*, war die Wahrscheinlichkeit, daß es sich um unreife Stadien handelte, schon fast eine Gewißheit geworden. Später zeigte sich bei einer neuerlichen Durchsicht der Literatur tatsächlich, daß in denselben Irrtum vor mir bereits Lubbock verfallen war und dieser von Claus berichtigt wurde. Es dürfte für künftige Beobachter, besonders für diejenigen, denen ein zwecks Untersuchung der inneren Anatomie nicht mehr einwandfreies Material vorliegt, willkommen sein, wenn diese Formen nochmals näher besprochen und abgebildet werden.

Die Körperlänge beträgt etwas mehr oder weniger als 3 *mm*. Das 1. Thoraxsegment ist mit dem Kopfe, das 4. Thoraxsegment mit dem 5. verschmolzen. Das Abdomen besteht aus 4 Segmenten; wenigstens gelang es nicht, das beim reifen Männchen vorhandene, sehr kurze 5. nachzuweisen. Die Gliedergrenzen des 2. und 3. Abdominalsegmentes sind bestachelt, die des 4. dagegen nicht. Furcalborsten wie im erwachsenen Stadium, Höcker des Frontalorgans ebenfalls. Die Vorderantennen erreichen das 2. oder auch das 3. Abdominalsegment. Der Bau des 1. Thoraxbeines weicht von dem des reifen Männchens ab, indem sein Exopodit nur zweigliedrig ist wie beim Weibchen (vgl. meine Abbildung mit der Giesbrecht's in: Fauna und Flora, Neapel, v. 19, Taf. 15, Fig. 31 und 33!). Eine ebensolche Übereinstimmung mit dem weiblichen Geschlecht findet sich beim 2. Thoraxfuß (vgl. Giesbrecht, op. cit. Taf. 16 Fig. 46 und 23). Diese Beobachtung bildet eine bestätigende Ergänzung zu der Beschreibung, die Claus (in: Freileb. Copep., p. 185, 11. Zeile) gibt: »An diesen mit einem viergliedrigen Abdomen versehenen Stadien fehlen noch die männlichen Geschlechtseigentümlichkeiten, die wir für die vorderen Antennen etc. besprochen haben, wir finden vielmehr eine vollständige Übereinstimmung mit dem Weibchen und man glaubt anfangs, jugendliche Weibchen mit 5 Fußpaaren zu beobachten, bis die Untersuchung des Geschleehtsapparates entscheidet.« Was die Gestalt des 5. Fußpaares betrifft, so genügt es wohl, auf die Abbildung (Taf. I, Fig. 6) zu verweisen. Sie stimmt mit der von Lubbock für *Euchaeta Sutherlandii* (in: Trans. ent. Soc. London, n. ser., v. 4, 1856, Taf. 9, Fig. 2) sowie mit der von Claus (in: Freileb. Copep., Taf. 31, Fig. 18) vollkommen überein.

Hier anschließend muß noch folgendes erwähnt werden: Während die eben beschriebenen Formen zu *Euchacta marina* gehören, sind Analoga auch für *E. acuta* nachzuweisen (Taf. I, Fig. 4, 5). Sie unterscheiden sich von den vorigen in der Lateralansicht sofort durch die flache Wölbung des Frontalorganhöckers und das etwas anders gestaltete Rostrum. Das 5. Fußpaar zeigt bei stärkerer Vergrößerung ebenfalls kleinere Abweichungen; die letzten Glieder sind nicht so spitz zulaufend wie bei *E. marina* ♂ iuvenis, sondern ender stumpfer; der Innenast des rechten Fußes ist undeutlich zweigliedrig.

Fam. Centropagidae.

6. Pleuromamma abdominalis (Lubbock).

1883 *Pleuromma abdominale,* Brady G.: Rep. Voy. Challenger, v. 8, p. 46, t. 11, 12, 31.

1894 *Pl. abdominale,* Scott T.: Transact. Linn. Soc. London, Zool., ser. 3, v 6, p. 41.

1901 *Pl. abdominale,* Cleve P. T.: Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl., v. 35, p. 8.

1903 *Pleuromamma abdominalis,* Thompson J. C.: Ann. Mag. Nat. Hist., ser. 7, v. 12, p. 25.

1902 *Pleuromma abdominale,* Wolfenden R. N.: Jour. Mar. Biol. Ass., Plymouth, v. 6, Nr. 3, p. 362.

1903 *Pleuromamma abdominalis,* Thompson u. Scott A.: Publiziert b. Royal Soc. London (»On the Copepoda.« Suppl. Report VII), p. 249.

1903 *Pl. abdominalis,* Cleve P. T.: Arkiv för Zoologi, K. Sv. Vet. Ak., v. 1, p. 367.

1904 *Pl. abdominalis,* Wolfenden R. N.: Jour. Mar. Biol. Ass., Plymouth, v. 7, Nr. 1, p. 111.

1904 *Pl. abdominalis,* Cleve P. T.: Marin. Invest. South Africa, v. 3, p. 195.

1905 *Pl. abdominalis,* Wolfenden R. N.: Fauna, Geogr. Mald ve a. Laccadive Archipel, v. 2, suppl. 1, p. 1010.

1905 *Pl. abdominalis,* Sars G. O.: Bullet. Musée Océanogr. Monaco, Nr. 40, p. 2.

1905 *Pl. abdominalis,* Esterly C. O.: Univ. California Public. Zool., v. 2, p. 174, Fig. 33.

1908 *Pl. abdominalis,* Farran G. P.: Fisheries Ireland, Sci. Invest. 1906, II (1908), p. 61.

1909 *Pl. abdominalis,* Pesta O.: Denkschr. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 84, p. 25.

1909 *Pl. abdominalis,* Scott A., Siboga-Exp. Uitkomst. Zool. Bot. Ocean. en Geol. Geb. Monographie 29 *a*, p. 122/3.

Fundorte: Station Nr. 83, 86.

7. Pleuromamma gracilis (Claus).

1883 *Pleuromma abdominale,* Brady G.: Rep. Voy. Challenger, v. 8, p. 46, Taf. 11, Fig. 11; Taf. 12, Fig. 13.

1894 *Pl. gracile,* Scott T.: Transact. Linn. Soc. London, Zool., ser. 3, v. 6, p. 42.

1901 *Pl. gracile,* Cleve P. T.: Kgl. Svens. Vet.-Akad. Handl., v. 35, p. 8.

1903 *Pleuromamma gracilis,* Thempson J. C.: Ann. Mag. Nat. Hist. ser. 17, v. 12, p. 25.

1903 *Pl. gracilis,* Thompson u. Scott A.: Publiziert b. Royal Soc. London (»On the Copepoda.« Suppl. Report VII), p. 249.

1903 *Pl. gracilis,* Cleve P. T.: Arkiv för Zoologi, K. Sv. Vet. Ak., v. 1, p. 367.

1904 *Pl. gracilis,* Cleve P. T.: Marin. Invest. South Africa, v. 3, p. 195.

1905 *Pl. gracilis,* Wolfenden N. R.: Fauna, Geogr. Maldive a. Laccadive Archip., v. 2, suppl. 1, p. 1012.

1905 *Pl. gracilis,* Sars G. O.: Bullet. Musée Océanogr. Monaco, Nr. 40, p. 2.

1905 *Pl. gracilis,* Esterly C. O.: Univ. California Publ. Zool., v. 2, p. 175, fig. 33 (*c*).

1908 *Pl. gracilis,* Farran G. P.: Fisheries Ireland, Sci. Invest. 1906, II (1908), p. 61.

1909 *Pl. gracilis,* Pesta O.: Denkschr. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 84, p. 25.

1909 *Pl. gracilis,* Scott A.: Siboga-Exp. Uitkomst. Zool. Bot. Ocean. en Geol. Geb. Monographie 29 *a*, p. 123/4.

1910 *Pl. gracilis,* Steuer A.: Sitzber. math. nat. Kl. kais. Ak. Wiss. Wien, v. 119, p. 1029.

Fundorte: Station Nr. 83.

Fam. Candaciidae.

8. Candacia longimana (Claus).

1863 *Candace longimana,* Claus: Freil. Copep., p. 190, Taf. 27 und 33.

1892 *C. longimana,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 423, t. 21, fig. 5, 18; t. 22, fig. 5, 7, 15, 26, 34, 36; t. 39, f. 4—6, 18, 19.

1898 *Candacia longimana,* Giesbrecht u. Schmeil: Tierreich, 6. Liefg., p. 127.

1900 *C. longimana,* Thompson J. C.: Transact. Liverpool Biol. Soc., v. 14, p. 281.

1900 *Candace longimana,* Graeffe: Arb. zool. Inst. Wien, v. 13, 1. Heft, p. 38.

1903 *Candacia longimana,* Thompson u. Scott A.: Publiziert b. Royal Soc. London (»On the Copepoda.« Suppl. Rep. VII), p. 250.

1905 *C. longimana,* Sars G. O.: Bull. Musée Océanogr. Monaco, Nr. 40, p. 5.

1909 *C. longimana,* Scott A.: Siboga-Exp. Uitkomst. Zool. Bot. Ocean. en Geol. Geb. Monographie, Nr. 29*a*, p. 153.

Fundorte: Station Nr. 83.

Podoplea.

Fam. Cyclopidae.

9. **Oithona plumifera** Baird.

1852 *Oithona plumifera,* Dana: U. S. Expl., Exp., v. 13, part. II, p. 1100, Taf. 76.

1888 *O. plumifera,* Thompson J. C.: Jour. Linn. Soc. London, Zool., v. 20, p. 151.

1894 *O. plumifera,* Scott T.: Transact. Linn. Soc. London, Zool., ser. 3, v. 6, p. 89.

1895 *O. plumifera,* Giesbrecht: Bull. Mus. Zool. Comp. Harvard College, v. 25, Nr. 12, p. 260.

1896 *O. plumifera,* Giesbrecht W.: Zool. Jahrb. System., v. 9, p. 318 u. 319.

1900 *O. plumifera,* Thompson J.: C. Transact. Liverpool Biol. Soc., v. 14, p. 284.

1900 *O. plumifera,* Wheeler: U. St. Fish Comm. Bull. for 1899, p. 186, Fig. 22.

1901 *O. plumifera,* Cleve P. T.: Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl., v. 35, Nr. 5, p. 8.

1903 *O. plumifera,* Thompson u. Scott A.: »On the Copepoda.« (Suppl. Report VII). Publiziert b. Royal Soc, London, p. 255.

1903 *O. plumifera,* Cleve P. T.: Arkiv för Zoologie. K. Sv. Vet. Akad., v. 1, p. 365.

1904 *O. plumifera,* Cleve P. T.: Marin. Invest. South Africa, v. 3, p. 193.

1905 *O. plumifera,* Wolfenden R. N.: Faun. a. Geogr. Maldive a. Laccadive Archipel, v. II, suppl. 1, p. 1023.

1905 *O. plumifera,* Farran: Ann. Rep. Fish. Ireland, pt. II, app. II, p. 46.

1905 *O. plumifera,* Esterly: Univ. California Publ. Zool., v. 2, p. 207, Fig. 50.

1906 *O. plumifera,* Normann A. u. Scott T.: »Crustacea of Devon and Cornvall«; Wesley and Son, London.

1906 *O. plumifera,* Pearson: Fisheries, Ireland; Sci. Invest. 1905, VI (1906), p. 32.

1906 *O. plumifera,* Williams L. W.: Americ. Naturalist, v. 40, p. 651.

1908 *O. plumifera,* Farran: Fisheries, Ireland; Sci. Invest. 1906, II (1908), p. 89.

1909 *O. plumifera,* Pesta O.: Denkschr. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 84, p. 28.

1909 *O. plumifera,* Scott A.: Siboga-Exp. Uitkomst. Zool. Bot. Ocean. en Geol. Geb. Monographie Nr. 29 *a*, p. 194.

1910 *O. plumifera,* Steuer A.: Sitzber. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 119, p. 1032.

Fundorte: Station Nr. 68.

Fam. Harpacticidae.

10. Microsetella rosea (Dana).

1852 *Canthocamptus roseus,* Dana: U. St. expl. Exp., v. 13, part II, p. 1189, p. 183, fig. 1—10.

1900 *Microsetella rosea,* Thompson J. C.: Transact. Liverpool, Biol. Soc., v. 14, p. 284.

1903 *M. rosea,* Thompson J. C.: Ann. Mag. Nat. Hist., ser. 7, v. 12, p. 32.

1903 *Ectinosoma roseum,* Thompson u. Scott A.: »On the Copepoda.« Suppl. Report VII, p. 257, publ. b. Royal Soc. London.

1903 *Microsetella rosea,* Cleve P. T.: Arkiv för Zoologi, v. 1, p. 364.

1905 *M. rosea.* Esterly: Univ. California Public. Zool., v. 2, p. 211, fig. 52.

1908 *M. rosea,* Farran: Fisheries, Ireland, Sci. Invest. 1906, II (1908), p. 91.

1909 *M. rosea,* Pesta O.: Denkschr. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 84, p. 28.

1909 *M. rosea,* Scott A.: Siboga-Exp. Uitkomst. Zool. Bot. Ocean. en Geol. Geb. Monographie, Nr. 29 *a*, p. 199.

1910. *M. rosea,* Steuer A.: Sitzber. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 119, p. 1033.

Fundorte: Station Nr. 83.

Verzeichnis der Stationen, an welchen Copepoden erbeutet wurden.

(III. Expeditionsjahr 1892).

Stations-nummer	Datum	Zeit	Östliche Länge von Greenwich	Nördliche Breite	Tiefe	
3	19./8.	$7^1/_4-7^3/_4$ p. m.	18° 58'	39° 32'	3—5 *m*	
4	20./8.	$4^3/_4-5^1/_4$ a. m.	19 10	38 48		
6	20./8.	$6^3/_4-7^1/_4$ p. m.	19 44	38 11		
7	21./8.	$4^3/_4-5^1/_4$ a. m.	20 42	37 58		Im Kanale zwischen Zante und Cephalonia.
9	23./8.	$5-5^1/_2$ a. m.	19 50	36 16		
12	23./8.	$6^3/_4-7^1/_4$ p. m.	20 2	36 15		
15	24./8.	$7^3/_4-8^1/_4$ p. m.	22 2	36 6		Dunkles Wetter, etwas Seephosphoreszenz.
16	25./8.	$4^3/_4-5^1/_4$ a. m.	22 32	36 7		
20	27./8.	$6^3/_4-7^1/_4$ p. m.	24 44	34 0		$9^1/_4$ p. m. Monduntergang.
21	28./8.	$4^3/_4-5^1/_4$ a. m.	25 38	33 30		
22	29./8.	$6^3/_4-7^1/_4$ p. m.	29 5	31 41		
25	5./9.	$5-5^1/_2$ a. m.	30 12	32 6		
28	5./9.	$6^1/_2-7$ p. m.	31 20	31 50	2—3 *m*	Mondhell.
29	6./9.	$5-5^1/_2$ a. m.	31 43	32 21		
33	6./9.	$6^1/_2-7$ p. m.	32 8	31 39	3—4 *m*	
36	9./9.	$6^1/_2-7$ p. m.	32 16	32 41		N. W.-Wind.
37	10./9.	$5-5^1/_2$ a. m.	33 16	32 39		
40	10./9.	$6^1/_2-7$ p. m.	34 8	32 46		
41	11./9.	$5-5^1/_2$ a. m.	34 33	32 43		
45	12./9.	$5-5^1/_2$ a. m.	34 29	33 20		
48	12./9.	$6^3/_4-7^1/_4$ p. m.	33 35	33 16		
49	13./9.	$5-5^1/_2$ a. m.	32 54	33 14		
52	13./9.	$6^3/_4-7^1/_4$ p. m.	33 20	33 38	4—5 *m*	
53	14./9.	$5-5^1/_2$ a. m.	34 6	33 47		
56	14./9.	$6^3/_4-7^1/_4$ p. m.	34 53	33 48		
57	15./9.	$5-5^1/_2$ a. m.	35 18	33 58		
60	15./9.	$6^1/_2-7$ p. m.	34 22	34 8		
64	21./9.	$5-5^1/_2$ a. m.	34 8	34 44	3—5 *m*	
67	21./9.	$6^1/_2-7$ p. m.	34 33	35 11	4—5 *m*	
68	22./9.	$5-5^1/_2$ a. m.	34 38	35 49		
75	27./9.	$6^1/_4-6^3/_4$ p. m.	32 7	35 39		
76	28./9.	$5-5^3/_4$ a. m.	31 47	35 10	5 *m*	
77	28./9.	$7-7^1/_2$ p. m.	31 27	34 38		
78	29./9.	$5^1/_4-5^3/_4$ a. m.	31 8	35 23		
80	29./9.	$6^1/_1-7$ p. m.	31 16	36 5		
81	30./9.	$4^3/_4-5^1/_4$ a. m.	30 44	36 10		
85	2./10.	$5-5^1/_2$ a. m.	29 10	35 19		
86	2./10.	$7-7^3/_4$ p. m.	29 0	35 55		
87	3./10.	$12-12^1/_2$ a. m.	28 57	36 5		

Bemerkung: Sämtliche Fänge mit dem kleinen Oberflächennetz ausgeführt.

Gymnoplea.

Fam. Calanidae.

1. Calanus gracilis Dana.

(Synonyma siehe I. und II. Artenliste.)

Bei mehreren Weibchen, die eine Länge von nicht ganz 3 *mm* hatten, konnte quer am Rücken, gegen die Körperseiten hin verlaufend, eine feine Naht beobachtet werden, die der Trennungslinie des 1. Thoraxsegmentes vom Kopfe entspricht. In der Lateralansicht (Taf. I, Fig. 9) zeigte die Cuticula an dieser Stelle oft noch eine kleine Aufwulstung, wohl ein Rest jener Hautduplikaturbildung, wie sie an den Segmentgrenzen stets mehr oder weniger auftritt; seitlich ist von einer Naht nichts mehr zu sehen. Es wird dieses Merkmal darauf hindeuten, daß in noch jüngeren Stadien auch beim Weibchen die Trennung des 1. Thoraxsegmentes vom Kopfe vorhanden ist, während sie beim Männchen zeitlebens erhalten bleibt.

Fundorte: Station Nr. 4, 6, 7, 9, 12, 15, 16, 20, 21, 25, 29, 36, 40, 41, 45, 48, 49, 52, 53, 56, 57, 60, 64, 67, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 85, 86.

2. Calanus minor (Claus).

1888 *Calanus valgus*, Thompson J. C.: Jour. Linn. Soc. London, Zool., v. 20, p. 147.

1894 *C. valgus*, Scott T.: Trans. Linn. Soc. London, Zool., ser. 3, v. 6, p. 24.

1895 *C. minor*, Giesbrecht: Bull. Mus. Zool. Comp. Harvard College, v. 25, Nr. 12, p. 284.

1900 *C. minor*, Wheeler: U. St. Fish Comm. Bull. for 1899, p. 165, fig. *a* und *b*.

1901 *C. minor*, Cleve P. T.: K. Svensk. Vet. Akad. Handl., v. 35, Nr. 5, p. 5.

1903 *C. minor*, Thompson u. Scott A.: »On the Copepoda« (Suppl. Rep. VII) publiz., bei Royal Soc. London, p. 241.

1903 *C. minor*, Cleve P. T.: Arkiv för Zoologi, K. Sv. Vet. Akad., v. 1, p. 357.

1904 *C. minor*, Cleve P. T.: Marin. Invest. South Africa, v. 3, p. 186.

1905 *C. minor*, Wolfenden R. N.: Faun. Geogr. Maldive a. Laccadive Archip., v. 2, suppl. 1, p. 995, taf. 97, fig. 36 — 38.

1905 *C. minor*, Sars G. O.: Bullet. Musée Océanogr. Manaco, Nr. 26, p. 1.

1905 *C. minor*, Esterly C. O.: Univ. California Publ. Zool., v. 2, p. 136, fig. 2.

1907 *C. minor*, Carl J.: Revue Suisse Zool., v. 15, p. 16.

1909 *C. minor*, Pesta O.: Denkschr. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 84, p. 21.

1909 *C. minor*, Scott A.: Siboga-Exp. Uitkomst. Zool. Bot. Ocean. en Geol. Geb. Monogr., Nr. 29 *a*, p. 7/8.

1910 *C. minor*, Steuer A.: Sitzber. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 119, p. 1025.

Fundorte: Station Nr. 3, 4, 6, 12, 15, 16, 20, 21, 25, 28, 29, 36, 40, 48, 49, 52, 56, 57, 67, 75, 77, 78, 80, 81, 85, 86, 87.

3. Eucalanus attenuatus Dana.

(Synonyma siehe I. und II. Artenliste.)

Fundorte: Station Nr. 78, 85.

4. Calocalanus pavo (Dana).

1894 *Calocalanus pavo,* Scott T.: Trans. Linn. Soc. London, Zool., ser. 3, v. 6, p. 37, taf. 6, fig. 9 u. 10.

1896 *C. pavo,* Giesbrecht: Zool. Jahrb., v. 9, p. 318.

1900 *C. pavo,* Thompson J. C.: Trans. Liverpool, Biol. Soc., v. 14, p. 277.

1900 *C. pavo,* Wheeler: U. St. Fish Commiss. Bullet. for 1899, p. 169, fig. 7.

1901 *C. pavo,* Cleve P. T.: K. Svensk. Vetensk. Akad. Handl., v. 35, Nr. 5, p. 5.

1903 *C. pavo,* Thompson u. Scott A.: »On the Copepoda«. Suppl. Rep. VII, publiz. b. Royal Soc. London, p. 243.

1903 *C. pavo,* Cleve P. T.: Arkiv för Zool., K. Sv. Vet. Akad., v. 1, p. 357.

1904 *C. pavo,* Cleve P. T.: Marin. Invest. South Africa, v. 3, p. 186.

1904 *C. pavo,* Wolfenden: Jour. Mar. Biol. Ass. Plymouth, v. 7, Nr. 1, p. 111.

1905 *C. pavo,* Wolfenden: Faun. Geogr. Maldive a. Laccadive Archip., v. 2, suppl. 1, p. 999.

1906 *C. pavo,* Pearson J.: Fisheries Ireland, Sci. Invest., 1905, VI (1906), p. 9.

1909 *C. pavo,* Pesta O.: Denkschr. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 84, p. 22.

1909 *C. pavo,* Scott A.: Siboga-Exp. Uitkomst. Zool. Bot. Occean. en Geol. Geb. Monogr., Nr. 29 *a*, p. 30/31.

1910 *C. pavo,* Steuer A.: Sitzber. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 119, p. 1026.

Fundorte: Station Nr. 41, 45, 67, 68, 81, 87.

5. Clausocalanus arcuicornis (Dana).

1894 *Clausocalanus arcuicornis,* Scott T.: Trans. Linn. Soc. London, Zool., ser. 3, v. 6, p. 73, t. 8.

1900 *Cl. arcuicornis,* Thompson J. C.: Trans. Liverpool Biol. Soc. v. 14, p. 277.

1900 *Cl. arcuicornis,* Wheeler: U. St. Fish. Comm. Bull. for 1899, p. 171, fig. 9.

1901 *Cl. arcuicornis,* Cleve P. T.: K. Svensk. Vet. Akad. Handl., v. 35, Nr. 5, p. 5.

1903 *Cl. arcuicornis,* Thompson u. Scott A.: »On the Copopoda«. Suppl. Rep. VII, publiziert b. Royal Soc. London, p. 243.

1903 *Cl. arcuicornis,* Cleve P. T.: Arkiv för Zoologi, K. Sv. Vet Akad., v. 1, p. 359.

1903 *Cl. arcuicornis,* Farran: Rep. Sea and Inland Fisheries Ireland, part II, appendix Nr. 7, p. 11.

1904 *Cl. arcuicornis,* Cleve P. T.: Marin. Invest. Sonth Africa, v. 3, p. 188.

1905 *Cl. arcuicornis,* Esterly C. O.: Univ. California Publ. Zool., v. 2, p. 142, Fig. 13.

1905 *Cl. arcuicornis,* Sars G. O.: Bull. Musée Océanogr. Monaco, Nr. 26, p. 3.

1905 *Cl. arcuicornis,* Wolfenden: Faun. Geogr. Maldive a. Laccadive Archip., v. 2, suppl. 1, p. 999.

1906 *Cl. arcuicornis,* Pearson J.: Fisheris Ireland, Sci. Invest. 1905, VI (1906), p. 9.

1908 *Cl. arcuicornis,* Farran: Fisheries Irrland, Sci. Invest. 1906, II (1908), p. 28.

1909 *Cl. arcuicornis,* Pesta O.: Denkschr. math.-nat. Kl., kais. Akad. Wiss. Wien, v. 84, p. 22.

1909 *Cl. arcuicornis,* Scott A.: Siboga-Exp. Uitkomst. Zool. Bot. Ocean. en Geol. Geb. Monogr., Nr. 29 *a*, p. 32.

1907 *Cl. arcuicornis,* Carl J.: Revue Suisse Zool., v. 15, p. 16.

1910 *Cl. arcuicornis,* Steuer A.: Sitzber., math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 119, p. 1026.

Fundorte: Station Nr. 6, 80, 85.

6. Clausocalanus furcatus (Brady).

1894 *Clausocalanus furcatus,* Scott T.: Trans. Linn. Soc. London, Zool., ser. 3, v. 6, p. 72.

1896 *C. furcatus,* Giesbrecht: Zool. Jahrb., v. 9, p. 318.

1901 *C. furcatus,* Cleve P. T.: K. Svens. Vet. Akad. Handl., v. 35, Nr. 5, p. 5.

1903 *C. furcatus,* Thompson u. Scott. A.: »On the Copepoda«. Suppl. Rep. VII, publiziert b. Royal Soc., London, p. 244.

1903 *C. furcatus,* Cleve P. T.: Arkiv för Zoologi, K. Svensk. Vet. Akad. Handl., v. 1, p. 360.

1904 *C. furcatus,* Cleve P. T.: Marin. Invest. South Africa, v. 3, p. 188.

1905 *C. furcatns,* Sars G. O.: Bull. Musée Océanogr. Monaco, Nr. 26, p. 3.

1905 *C. furcatus,* Wolfenden R. N.: Faun. Geogr. Maldive a. Laccadive Archip., v. 2, suppl. 1, p. 999.

1909 *C. furcatus,* Pesta O.: Denkschr. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 84, p. 22.

1909 *C. furcatus,* Scott A.: Siboga-Exp. Uitkomst. Zool. Bot. Ocean. en Geol. Geb. Monographie, Nr. 29 *a,* p. 32.

1910 *C. furcatus,* Steuer A.: Sitzber. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 119, p. 1026.

Fundorte: Station Nr. 3, 4, 6, 9, 12, 15, 16, 20, 21, 22, 25, 28, 29, 33, 36, 37, 40, 41, 45, 48, 49, 53, 56, 57, 60, 64, 67, 68, 75, 77, 78, 80, 81, 85, 86, 87.

Das 5. Fußpaar des Männchens dieser Art ist bisher leider noch nie abgebildet worden. Giesbrecht dem nur 1 Exemplar zur Verfügung stand, gibt an, daß das rechte Bein noch stärker verkümmert sei als bei *arcuicornis* und einer Gliederung entbehre. Ich bilde auf Taf. I, Fig. 8, das Abdomen eines 0·9 *mm* langen Tieres ab, das der Körpergröße und der Länge des 2. Abdominalsegmentes nach auf das Männchen von *furcatus* stimmen würde. Jedoch halte ich mit Rücksicht auf die Gestalt des 5. Fußpaares die Form für ein jugendliches Männchen von *arcuicornis*. Vergleiche auch: Scott T., 1894, *Clausocalanus latipes,* Trans. Linn. Soc. London, ser. 2, v. 6, p. 72, taf. 8, fig. 36!

7. Euchaeta marina (Prestandrea).

(Synonyma siehe I. und II. Artenliste.)

Fundorte: Station Nr. 3, 4, 6, 9, 12, 15, 16, 20, 21, 25, 29, 36, 37, 40, 41, 45, 48, 49, 52, 53, 57, 60, 64, 67, 68, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 85, 86.

8. Euchaeta acuta Giesbrecht.

1903 *Euchaeta acuta,* Thompson J. C.: Ann. Mag. Mat. Hist., ser. 7, v. 12, p. 18.

1903 *E. acuta,* Thompson u. Scott A.: »On the Copepoda«. Suppl. Rep. VII, p. 244 (publiziert bei Royal Soc. London).

1904 *E. acuta,* Wolfenden: Jour. Mar. Biol. Ass. Plymouth, v. 7, Nr. 1, p. 111 u. 133.

1904 *E. acuta,* Cleve P. T. Marin. Invest. South Africa, v. 3, p. 190.

1905 *E. acuta,* Sars G. O.: Bullet. Musée Océanogr. Monaco, Nr. 26, p. 4.

1905 *E. acuta,* Farran: Ann. Rep. Fish. Ireland, pt. II, app. II, p. 35.

1905 *E. acuta,* Esterly: Univers. California Publicat. Zool., v. 2, p. 157, Fig. 23.

1906 *E. acuta,* Pearson: Fisheries Ireland, Sci. Invest. 1905, VI (1906), p. 17.

1908 *E. acuta,* Farran: Fisheries Ireland, Sci. Invest. 1906, II (1908), p. 40.

1909 *E. acuta,* Pesta O.: Denkschr. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 84, p. 23.

1909 *E. acuta,* Scott A. Siboga-Exp. Uitkomst. Zool. Bot. Ocean. en Geol. Geb. Monographie Nr. 29*a*, p. 65.

Fundorte: Station Nr. 3, 4, 21.

9. **Euchaeta hebes** Giesbrecht.

1903 *Euchaeta hebes,* Lo Bianco S.: Mittl. zool. Stat. Neapel, v. 16, p. 201.

1905 *E. hebes,* Gough L. H.: Mar. Biol. Ass. Report I (1902—3), p. 336, Fig. 4—17.

1909 *E. hebes,* Pesta O.: Denkschr. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 84, p. 24.

1910 *E. hebes,* Steuer A.: Sitzber. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 119, p. 1028.

Fundorte: Station Nr. 3, 4, 6.

10. **Phaënna spinifera** Claus.

1894 *Phaënna spinifera,* Scott T.: Trans. Linn. Soc. London, Zool., ser. 3, v. 6, p. 81, taf. 6 u. 7.

1903 *Ph. spinifera,* Thompson J. C.: Ann. Mag. Nat. Hist. ser. 7, v. 12, p. 23.

1903 *Ph. spinifera,* Thompson u. Scott A.: »On the Copepoda.« Suppl. Rep. VII, p. 246 (publiziert b. Royal Soc. London).

1903 *Ph. spinifera,* Lo Bianco S.: Mittl. zool. Stat. Neapel, v. 16, p. 204.

1903 *Ph. spinifera,* Cleve P. T.: Arkiv för Zoologi. K. Sv. Vet. Akad., v. 1, p. 367.

1904 *Ph. spinifera,* Wolfenden: Jour. Mar. Biol. Ass. Pylmouth, v. 7, Nr. 1, p. 111.

1904 *Ph. spinifera,* Cleve P. T.: Marin. Invest. South Africa, v. 3, p. 194.

1905 *Ph. spinifera,* Sars G. O.: Bullet. Musée Océanogr. Monaco, Nr. 26, p. 5.

1905 *Ph. spinifera,* Wolfenden: Faun. Geogr. Maldive a. Laccadive Archip., v. 2, suppl. 1, p. 1009.

1905 *Ph. spinifera,* Farran: Ann. Rep. Fish. Ireland, pt. II, app. II, p. 43.

1906 *Ph. spinifera,* Pearson: Fisheries Ireland, Sci. Invest. 1905, VI (1906), p. 21.

1908 *Ph. spinifera,* Farran: Fisheries Ireland, Sci. Invest. 1906, II, (1908) p. 47.

1909 *Ph. spinifera,* Pesta O.: Denkschr. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 84, p. 24.

1909 *Ph. spinifera,* Scott A.: Siboga-Exp. Uitkomst. Zool. Bot. Ocean. en Geol. Geb. Monographie, Nr. 29 *a*, p. 80.

Fundorte: Station Nr. 4, 6, 12, 15, 52, 57, 85.

Fam. Centropagidae.

11. **Centropages violaceus** Claus.

1903 *C. violaceus,* Cleve P. T.: Arkiv för Zoologi. K. Sv. Vet. Akad., v. 1, p. 359.

1909 *C. violaceus,* Pesta O.: Denkschr. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 84, p. 24.

Fundorte: Station Nr. 3, 4, 6, 9, 12, 15, 20, 21, 22, 29, 37, 40, 41, 45, 48, 49, 52, 53, 56, 57, 60, 64, 67, 68, 75, 77, 78, 80, 81, 85.

12. Centropages Kröyeri Giesbrecht.

1909 *Centropages Kröyeri,* Pesta O.: Denkschr. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 84, p. 25.

1910 *C. Kröyeri,* Steuer: A. Sitzb. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 119, p. 1029.

Fundorte: Station Nr. 33, 64.

13. Temora stylifera Dana.

1903 *Temora stylifera,* Lo Bianco S.: Mittl. zool. Stat. Neapel, v. 16, p. 205.

1903 *T. stylifera,* Cleve P. T.: Arkiv för Zoologi, K. Sv. Vet. Akad., v. 1, p. 369.

1907 *T. stylifera,* Carl J.: Revue Suisse Zoologie, v. 15, p. 16.

1909 *T. stylifera,* Pesta O.: Denkschr. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 84, p. 25.

1910 *T. stylifera,* Steuer A.: Sitzber. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 119, p. 1029.

Fundorte: Station Nr. 3, 4, 6, 15, 20, 28, 40, 41, 48, 52, 53, 57, 60, 64, 67, 68, 78, 80, 81, 86, 87.

Bei manchen weiblichen Exemplaren tritt eine asymmetrische Ausbildung der Furca auf (Taf. I, Fig. 7). Dieses merkwürdige, wie es scheint, nicht so selten bestehende Verhalten [1] berechtigt zur Frage, ob wir es bei dieser Art schlechtweg als »Abnormität« bezeichnen dürfen. Giesbrecht ist allerdings nicht dieser Ansicht (vgl. Faun. Flor. Neapel, v. 19, p. 330, 2. Absatz: *Temora discandata*). Daß es sich bei unseren Formen um *T. stylifera* und nicht um *T. discandata* handelt, geht, abgesehen vom Fundort, schon aus der relativen Länge der Furcalzweige hervor (vgl. dazu Giesbrecht, op. cit. Taf. 38, Fig. 24, 25 u. 28).

14. Lucicutia flavicornis (Claus).

1901 *Leuckartia flavicornis,* Cleve P. T.: Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl., v 35, Nr. 5, p. 7.

1902 *L. flavicornis,* Wolfenden R. N.: Jour. Mar. Biol. Ass. Plymouth, v. 6, Nr. 3, p. 363.

1903 *Lucicutia flavicornis,* Thompson J. C.: Ann. Mag. Nat. Hist., ser. 7, v. 12, p. 25.

1903 *L. flavicornis,* Thompson u. Scott A.: »On the Copepoda.« Suppl. Report VII, p. 249 (publiziert bei Royal Soc. London).

1903 *L. flavicornis,* Cleve P. T.: Arkiv för Zoologi. K. Sv. Vet. Akad., v. 1, p. 364.

1904 *L. flavicornis,* Wolfenden: Jour. Mar. Biol. Ass. Plymouth, v. 7, Nr. 1, p. 111/112.

1904 *L. flavicornis,* Cleve: Marin. Invest. South Africa, v. 3, p. 192.

1905 *L. flavicornis,* Wolfenden N. R.: Faun. Geogr. Maldive u. Laccadive Archip., v. 2, suppl. 1, p. 1012.

1905 *L. flavicornis,* Sars G. O.: Bullet. Musée Océanogr. Monaco, Nr. 40, p. 3.

1905 *L. flavicornis,* Farran G. P.: Ann. Rep. Fish. Ireland, pt. 2, append. 2, p. 43.

1905 *L. flavicornis,* Esterly: Univers. California Publicat. Zool., v. 2, p. 180, Fig. 36.

1906 *L. flavicornis,* Pearson J.: Fisheries Ireland, Sci. Invest. 1905, VI (1906), p. 25.

1908 *L. flavicornis,* Farran: Fisheries Ireland, Sci. Invest. 1906, II (1908), p. 64.

1909 *L. flavicornis,* Pesta O.: Denkschr. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 84, p. 26.

---

[1] Professor Dr. A. Steuer (Innsbruck) teilte mir freundlichst mit, daß er diese Beobachtung bestätigen konnte.

1909 *L. flavicornis,* Scott A. Siboga-Exp. Uitkomst. Zool. Bot. Ocean. en Geol. Geb. Monographie, Nr. 29*a*, p. 125.

1910 *L. flavicornis,* Steuer A.: Sitzber. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 119, p. 1029.

Fundorte: Station Nr. 9, 15, 16, 40, 60, 67, 68, 75, 77, 80, 81, 85, 86, 87.

15. Heterorhabdus papilliger (Claus).

1901 *Heterochaeta papilligera,* Cleve P. T.: K. Svens. Vet. Akad. Handl., v. 35, Nr. 5, p. 7.

1903 *Heterorhabdus papilliger,* Thompson J. C.: Ann. Mag. Hist., ser. 7, v. 12, p. 27.

1903 *H. papilliger,* Thompson u. Scott A.: »On the Copepoda.« Suppl. Rep. VII, p. 249. (Publiziert b. Royal Soc. London).

1903 *H. papilliger,* Cleve: Arkiv för Zoologi. K. Sv. Vet. Akad., v. 1, p. 363.

1903 *Heterochaeta papilligera,* Lo Bianco S.: Mittl. Zool. Stat. Neapel, v. 16, p. 204.

1904 *Heterorhabdus papilliger,* Cleve: Marin. Invest. South Africa, v. 3, p. 191.

1905 *H. papilliger,* Wolfenden: Faun. Geogr. Maldive a. Laccadive Archip., v. 2, suppl. 1, p. 1012.

1905 *H. papilliger,* Esterly: Univers. California Publicat. Zool., v. 2, p. 184, Fig. 38.

1909 *H. papilliger,* Pesta O.: Denkschr. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 84, p. 26.

1909 *H. papilliger,* Scott A.: Siboga-Exp. Uitkomst. Zool. Bot. Ocean. en Geol. Geb. Monographia, Nr. 29*a*, p. 131/2.

1910 *H. papilliger,* Steuer A.: Sitzber. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 119, p. 1029.

Fundorte: Station Nr. 60.

Fam. Candaciidae.

16. Candacia bispinosa Claus.

1863 *Candace bispinosa,* Claus: Freil. Coped., p. 191, taf. 27, 28.

1883 *C. truncata* (part.), Brady G.: Rep. Voy. Challenger, v. 8, p. 69.

1892 *C. bispinosa,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 424, taf. 21, fig. 6, 7, 16, 27; taf. 22, Fig. 4, 8, 22, 33, 35, 38, 39; taf. 39, fig. 15—17, 20.

1898 *Candacia bispinosa,* Giesbrecht u. Schmeil: Tierreich, 6. Liefg., p. 129.

1900 *Candace bispinosa,* Graeffe: Arb. zool. Inst. Wien, 13. Bd., 1. Heft, p. 38.

1902 *Candacia bispinosa,* Scott A.: Trans. Liverpool Biol. Soc., v. 16, p. 406.

1903 *C. bispinosa,* Thompson u. Scott A.: »On the Copepoda«. Suppl. Report VII, p. 250. (Publiziert b. Royal Soc. London).

1903 *C. bispinosa,* Cleve P. T.: Arkiv för Zoologi, v. 1, p. 358.

1909 *C. bispinosa,* Scott A.: Siboga-Exp. Uitkomst. Zool. Bot. Ocean. en Geol. Geb. Monographie, Nr. 29*a*, p. 151/2.

1910 *C. bispinosa,* Steuer A.: Sitzber. math.-nat. Kl. kais. Akad. Wiss., Wien, v. 119, p. 1030.

Fundort: Station Nr. 40.

Fam. Pontellidae.

17. Pontella mediterranea Claus.

1863 *Pontellina mediterranea*, Claus: Freil. Copep., p. 211, t. 26.

1868 *P. mediterranea* var. *jaltensis*, Czerniavski: Syezda Russ. Est., v. 1, Zool., p. 55, t. 3.

1888 *Pontella mediterranea*, Thompson J. C.: Proc. Liverpool Biol. Soc., v. II, p. 143, taf. 7, fig. 1—7.

1892 *P. mediterranea*, Giesbrecht: F. fl. Neapel, v. 19, p. 461, taf. 24, fig. 8, 46—48; taf. 40, fig. 1: 17, 29, 39, 40.

1893 *Pontellina* (Iva) *mediterranea*, Claus: Arb. zool. Inst. Wien, v. 10, p. 273, taf. 4, Fig. 5—7.

1898 *Pontella mediterranea*, Giesbrecht u. Schmeil: Tierreich, 6. Liefg., p. 143/4.

1900 *P. mediterranea*, Graeffe: Arb. zool. Inst., Wien, v. 13, p. 39.

1905 *P. metiterranea*, Sars G. O.: Bull. Musée Océanogr. Manaco, Nr. 40, p. 6.

1910 *P. mediterranea*, Steuer A.: Sitzber. math. nat. Kl. k. Akad. Wiss. Wien, v. 119, p. 1030.

Fundorte: Station Nr. 21, 40, 64, 75, 81.

18. Pontella inermis Brady.

1883 *Pontella inermis*, Brady: Rep. Voy. Challenger, v. 8, p. 95, taf. 45, fig. 10—15.

1888 *P. inermis*, Thompson J. C.: Proc. Liverpool Biol. Soc., v. II, p. 143.

1889 *P. inermis*, Thompson J. C.: Proc. Liverpool Biol. Soc., v. III, p. 79, 81, 82.

1892 *P. inermis*, Giesbrecht: F. fl. Neapel, v. 19, p. 467.

1894 *P. inermis*, Scott T.: Trans. Linn. Soc. London, ser. 2, v. 6, p. 85.

1898 *P. inermis*, Giesbrecht u. Schmeil: Tierreich, 6. Liefg., p. 145.

1908 *P. inermis*, van Breemen: Nord. Plankton, VII. Liefg., 8, p. 153.

Fundort: Station Nr. 48.

Es liegen mir 2 Exemplare dieser »unsicheren« Art vor, die leider sehr schlecht erhalten sind; es ist unmöglich zu entscheiden, ob es sich um männliche Jugendformen einer *Pontella*-Spezies handelt, wie Giesbrecht und van Breemen angeben. Beschreibung und Abbildungen Brady's stimmen jedoch bis auf einige kleine Verschiedenheiten mit unseren Formen überein, so daß ihre Identität mit *P. inermis* sicher ist. Vergleiche die Abbildungen auf Taf. II, Fig. 1, 2.

19. Pontellopsis regalis (Dana).

1849 *Pontella regalis*, Dana: P. Amer. Ac., v. 2, p. 31.

1852 *Pontellina regalis*, Dana: U. S. Expl. Exp., v. 13II, p. 1154, t. 81.

1853 *Monops grandis*, Lubbock: Ann. Mag. nat. Hist., ser. 2, v. 11, p. 122, t. 5, 7.

?1883 *Pontella strenua* (part.) Brady. Rep. Voy. Challenger, v. 8, p. 95.

1892 *Monops regalis*, Giesbrecht: F. fl. Neapel, v. 19, p. 486, t. 1, f. 6; t. 26, f. 3, 6—9, 13, 14, 20, 21; t. 41, f. 50, 54, 56, 62, 64, 66, 67.

1893 *M. grandis*, Claus: Arb. zool. Inst., Wien, v. 10, p. 277.

1895 *M. regalis*, Giesbrecht: Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard College, v. 25, Nr. 12, p. 260.

1898 *Pontellopsis regalis*, Giesbrecht u. Schmeil: Tierreich, 6. Liefg., p. 147.

1900 *P. regalis,* Thompson J. C.: Trans. Liverpool, Biol. Soc., v. 14, p. 283.

1900 *Monops regalis,* Wheeler: Unit. St. Fish Comm. Bullet for 1899, p. 182, f. 19.

1901 *Monops regalis,* Cleve P. T.: K. Svens. Vet. Akad. Handl., v. 35, Nr. 5, p. 7.

1903 *Pontellopsis regalis*: Thompson u. Scott A.: »On the »Copepoda.« Suppl. Rep. VII, p. 253 (publiziert b. Royal Soc. London).

1905 *P. regalis,* Sars G. O.: Bull. Musée Océanogr. Monaco, Nr. 40, p. 6.

1909 *P. regalis,* Scott A.: Siboga-Exp. Uitkomst. Zool. Bot. Ocean. en Geol. Geb. Monographie, Nr. 29 *a*, p. 171.

Fundorte: Station Nr. 7, 16.

20. Acartia negligens Dana.

1901 *Acartia negligens,* Cleve P. T.: K. Svens. Vet. Akad. Handl., v. 35, Nr. 5, p. 4.

1903 *A. negligens,* Cleve: Arkiv för Zoologi. K. Sv. Vet. Akad., v. 1, p. 355.

1903 *A. negligens,* Thompson u. Scott A.: »On the Copepoda.« Suppl. Rep. VII, p. 254. (publiziert b. Royal Soc. London).

1905 *A. negligens,* Wolfenden R. N.: Faun. Geogr. Maldive a. Laccadive Archipel, v. 2, suppl. 1, p. 1023.

1907 *A. negligens,* Sars G. O.: Bull. Inst. Océanogr. Monaco, Nr. 101, p. 27.

1907 *A. negligens,* Carl J.: Revue Suisse Zool., v. 15, p. 17.

1909 *A. negligens,* Pesta O.: Denkschr. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 84, p. 27.

1909 *A. negligens,* Scott A. Siboga-Exp. Uitkomst. Zool. Bot. Ocean. en Geol. Geb. Monographie, Nr. 29 *a*, p. 188.

Fundorte: Station Nr. 3, 4, 6, 9, 12, 15, 16, 20, 21, 22, 25, 28, 29, 36, 40, 41, 45, 48, 49, 53, 56, 57, 60, 64, 67, 68, 75, 77, 78, 80, 81, 85, 86, 87.

Auf Taf. II, Fig. 5, 6, 7 befinden sich Abbildungen des bisher unbekannt gebliebenen Männchens dieser Art. Schon das Vorkommen gibt einen Punkt zur Rechtfertigung, die Form zu *A. negligens* zu stellen; außerdem sprechen die Größe (0·8—1 *mm*), das Vorhandensein der Rostralfäden und das mit einer kleinen Spitze versehene letzte Thoraxsegment dafür. Vom Weibchen abweichend verhalten sich naturgemäß die vorderen Antennen, die nur bis zur Mitte des 3. Thoraxsegmentes reichen, und die Zahl der Abdominalsegmente (5 statt 3). Auch verläuft die Trennungslinie des 3. und 4. Thoraxsegmentes auf der Dorsalseite anders als beim Weibchen.

Das 5. Fußpaar ähnelt am meisten dem von *A. bifilosa* ♂, ist jedoch durch die Form der Anhänge des rechten Re_1 und durch den viel flacheren Buckel am Innenrande von Re_2 ein gutes Erkennungszeichen für die Art. Auf der Oberseite des linken B_2 befindet sich nahe dem Innenrande ein steifbehaarter Anhang. Das 2. Abdominalsegment trägt an den stark vorspringenden Seiten kleine, nach hinten gebogene Spitzen. Das Analsegment, welches ziemlich tief gespalten wird, und die Furca sind am Außenrand mit langen Haaren besetzt. Letztere erscheint gegen die des Weibchens stark verkürzt.

Acartia mediterranea mihi = *Acartia* sp. ♂ iuvenis. Die von mir in der I. Artenliste p. 30 als *Acartia mediterranea* ♀ bezeichnete Art halte ich nach einer genaueren Untersuchung der Gliederzahl des Abdomens für ein unreifes Männchen (siehe Abbildung Taf. II, Fig. 3); auch ist der rechte 5. Fuß länger als der linke, was auf die spätere ungleiche Gliederung hindeutet. Die ungewöhnliche Länge der Vorderantennen spricht ebenfalls für ein Stadium, bei dem die Geschlechtsunterschiede noch nicht voll zur Ausbildung gelangt sind. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Formen die Jugendstadien des vorhin beschriebenen Männchens von *A. negligens* vorstellen.

Podoplea.

Fam. Cyclopidae.

21. Oithona plumifera Baird.

(Synonyma siehe I. und II. Artenliste.)

Fundorte: Station Nr. 15, 16, 21, 22, 25, 28, 29, 36, 40, 41, 45, 48, 49, 53, 57, 60, 64, 67, 68, 75, 77, 78, 80, 81, 85, 86, 87.

Fam. Harpacticidae.

22. Macrosetella gracilis (Dana).

1894 *Setella gracillis,* Scott T.: Trans. Linn. Soc. London, Zool., ser. 3, v. 6, p. 109.

1900 *S. gracilis,* Thompson J. C.: Trans. Liverpool Biol. Soc., v. 14, p. 285.

1900 *S. gracilis,* Wheeler: Unit. Stat. Fish Comm. Bullet. for 1899, p. 188, Fig. 24.

1901 *S. gracilis,* Cleve P. T.: Svens. Vet. Akad. Handl., v. 35, Nr. 5, p. 9.

1903 *S. gracilis,* Thompson J. C.: Ann. Mag. Nat. Hist., ser. 7, v. 12, p. 33.

1903 *S. gracilis,* Lo Bianco S.: Mittl. Zool. Stat. Neapel, v. 16, p. 205.

1903 *S. gracilis,* Thompson u. Scott A.: »On the Copepoda.« Suppl. Rep. VII, p. 257. (Publiziert b. Royal Soc. London).

1903 *S. gracilis,* Cleve P. T.: Arkiv för Zoologi. K. Sv. Vet.-Akad., v. 1, p. 368.

1905 *S. gracilis,* Wolfenden: Faun. Geogr. Maldive a. Laccadive Archip., v. 2, suppl. 1, p. 1030.

1907 *S. gracilis,* Carl J.: Revue Suisse Zool., v. 15, p. 17.

1909 *S. gracilis,* Pesta O.: Denkschr. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 84, p. 28.

1909 *Macrosetella gracilis,* Scott A.: Siboga-Exp. Uitkomst. Zool. Bot. Ocean. en Geol. Geb. Monographie, Nr. 29*a*, p. 230/1.

Fundorte: Station Nr. 12, 15, 21, 28, 52, 53, 56, 57, 60, 68, 77, 86.

Fam. Oncaeidae.

23. Pachysoma punctatum Claus.

1894 *Pachysoma punctatum,* Scott T.: Trans. Linn. Soc. London, Zool., ser. 3, v. 6, p. 119, Taf. 13, Fig. 18—24.

1903 *P. punctatum,* Lo Bianco S.: Mittl. Zool. Stat. Neapel, v. 16, p. 204.

1909 *P. punctatum,* Pesta O.: Denkschr. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 84, p. 29.

1909 *P. punctatum,* Scott A.: Siboga Exp. Uitkomst. Zool. Bot. Ocean. en Geol. Geb. Monographie, Nr. 29 *a*, p. 262.

Fundorte: Station Nr. 15, 57, 67, 77.

24. Lubbockia squillimana Claus.

1863 *Lubbockia squillimana,* Claus: Freileb. Copep., p. 164, Taf. 25, Fig. 1—5.

1883 *L. squillimana,* Brady: Rep. Voy. Challenger, v. 8, p. 118, Taf. 53/4.

1892 *L. squillimana,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 606, Taf. 4, Fig. 6; Taf. 48, Fig. 1, 2, 4—8, 10, 12, 14, 15, 17—19, 21.

1894 *L. squillimana,* Scott T.: Trans. Linn. Soc. London, Zool. ser. 3, v. 6, p. 115.

1902 *L. squillimana,* Scott A.: Trans. Liverpool Biol. Soc., v. 16, p. 419.

1903 *L. squillimana,* Thompson u. Scott A.: »On the Copepoda.« Suppl. Report VII, p. 285. (Publiziert b. Royal Soc. London).

1905 *L. squillimana,* Wolfenden: Faun. Geogr. Maldive a. Laccadive Archipel, v. 2, suppl. 1, p. 1030.

1909 *L. squillimana,* Scott A.: Siboga-Exp. Uitkomst. Zool. Bot. Ocean. en Geol. Geb. Monographia Nr. 29 *a,* p. 245.

Fundorte: Station Nr. 45, 53, 60, 77, 81.

25. Lubbockia aculeata Giesbrecht.

1891 *Lubbockia aculeata,* Giesbrecht: Atti Ac. Linc. Rend. Roma (4), v. 7, p. 417.

1892 *L. aculeata,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 606, Taf. 48, Fig. 3, 9, 11, 13, 16, 20.

1903 *L. aculeata,* Cleve P. T.: Arkiv för Zoologi. K. Sv. Vet. Akad., v. 1, p. 364.

1909 *L. aculeata.* Scott A.: Siboga-Exp. Uitkomst. Zool. Bot. Occean. en Geol. Geb. Monographia, Nr. 29 *a,* p. 244.

Außer den üblichen Unterscheidungsmerkmalen der Weibchen der beiden *Lubbockia*-Arten, wie: Länge der Lanzettborsten des 5. Fußes und Zahl und Stellung der Stacheln des zweiten Maxillipeden, gibt ein sehr bequemes Erkennungszeichen von *L. aculeata* die Zähnelung des Endhakens des zweiten Maxillipeden, die bei *L. squillimana* fehlt. Die nicht sehr spitzen Zähne, 20 an Zahl, stehen am Innenrande der eigentlichen Krümmung des Endhakens; mit dem letzten Zahn, der doppelt so groß ist als die anderen, erreicht die Reihe ungefähr die Mitte des Bogens. Abbildung: Taf. II, Fig. 7.

Fundorte: Station Nr. 57, 68.

Fam. Corycaeidae.

26. Copilia mediterranea (Claus).[1]

1863 *Sapphirinella mediterranea,* Claus: Freileb. Copep., p. 154.

1863 *Copilia denticulata,* Claus: Freileb. Copep., p. 161, Taf. 25 (part.).

1866 *Sapphirinella stylifera,* Claus: Schrift. Gesellsch. Naturw. Marburg. Supplement, p. 14.

1891 *Copilia quadrata* ♂ + *oblonga* ♀ Giesbrecht: Atti Ac. Lincei Rend. Roma (4), v. 7, sem. 1, p. 479.

1892 *C. mediterranea,* Dahl Fr.: Zool. Jahrb. Syst., v. 6, p. 508.

1910 *C. mediterranea,* Steuer A.: Sitzber. math. nat. Kl. kais. Akad. Wiss. Wien, v. 119, p. 1035.

Fundorte: Station Nr. 48, 49.

Nachtrag: Die sub 1903 Thompson und Scott A. zitierte Arbeit ist enthalten in: Ceylon Pearl Oyster fisheries, suppl. rep. Nr. 7.

[1] Da die wichtige Arbeit Fr. Dahl's: »Die Gattung *Copilia (Sapphirinella)*« Zool. Jahrb. Syst., v. 6, p. 409, Taf. 24, von den Autoren meistens nicht zitiert wird, so sei hier darauf aufmerksam gemacht, daß die Determination der in dieser Liste angeführten *Copilia*-Arten nach dem genannten Autor erfolgt ist. Ich verdanke die Kenntnis dieser Arbeit Herrn Professor A. Steuer (Innsbruck).

Tafel I.

Tafel I.

Fig. 1. *Euchaeta marina* ♂ iuvenis.

» 2. Erstes Bein desselben.

» 3. Exopodit des zweiten Beines desselben.

» 4. *Euchaeta acuta* ♂ iuvenis. Kopf von der Seite.

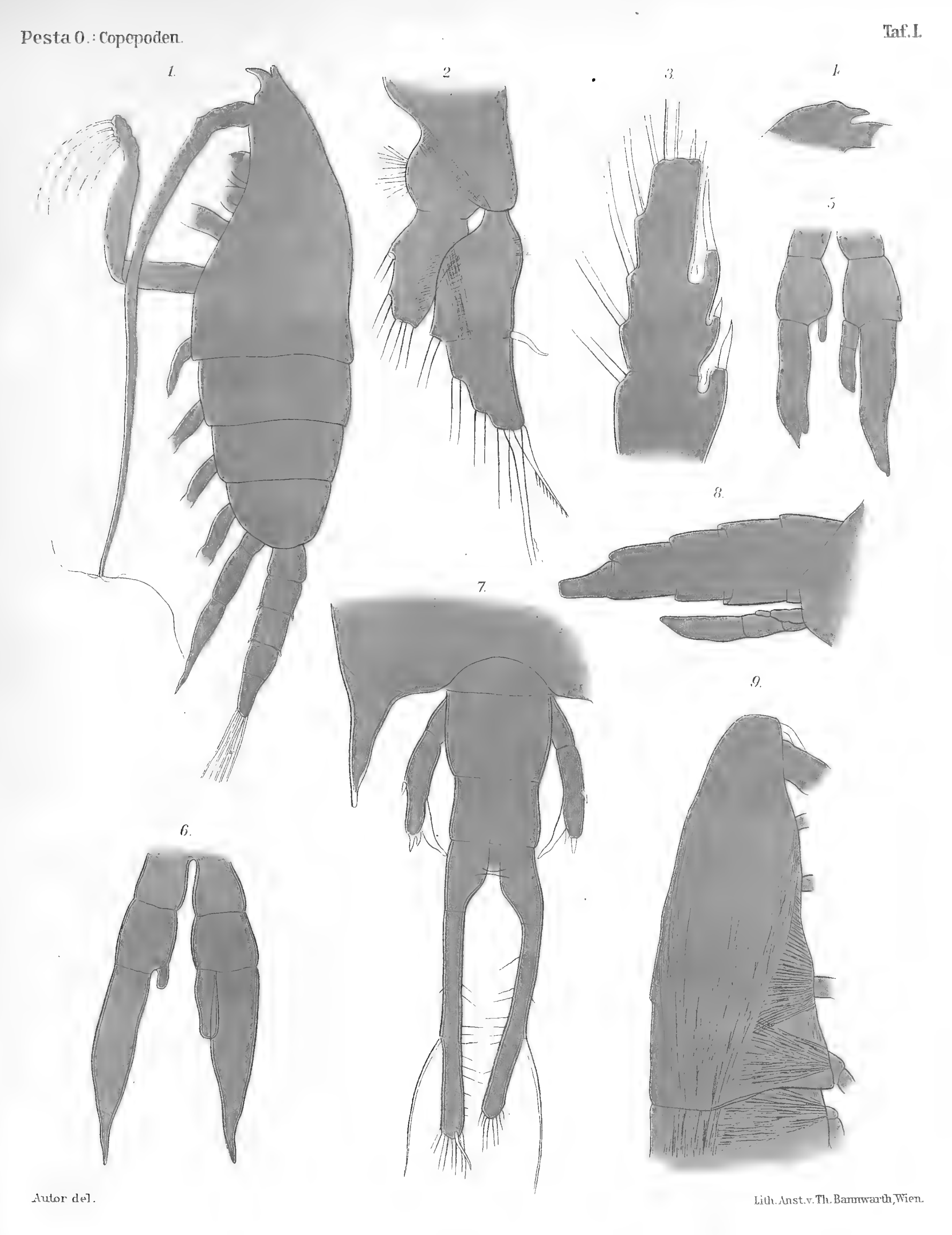
» 5. 5. Fußpaar desselben.

» 6. *Euchaeta marina* ♂ invenis; 5. Fußpaar.

» 7. *Temora stylifera* ♀ : Abdomen.

» 8. *Clausocalanus arcuicornis* ♂ iuvenis; Abdomen und 5. Fuß von der Seite.

» 9. *Calanus gracilis* ♀ ; Cephalothorax von der Seite.



Autor del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Tafel II.

Tafel II.

Fig. 1. *Pontella inermis;* Dorsalansicht.

» 2. 5. Fußpaar desselben.

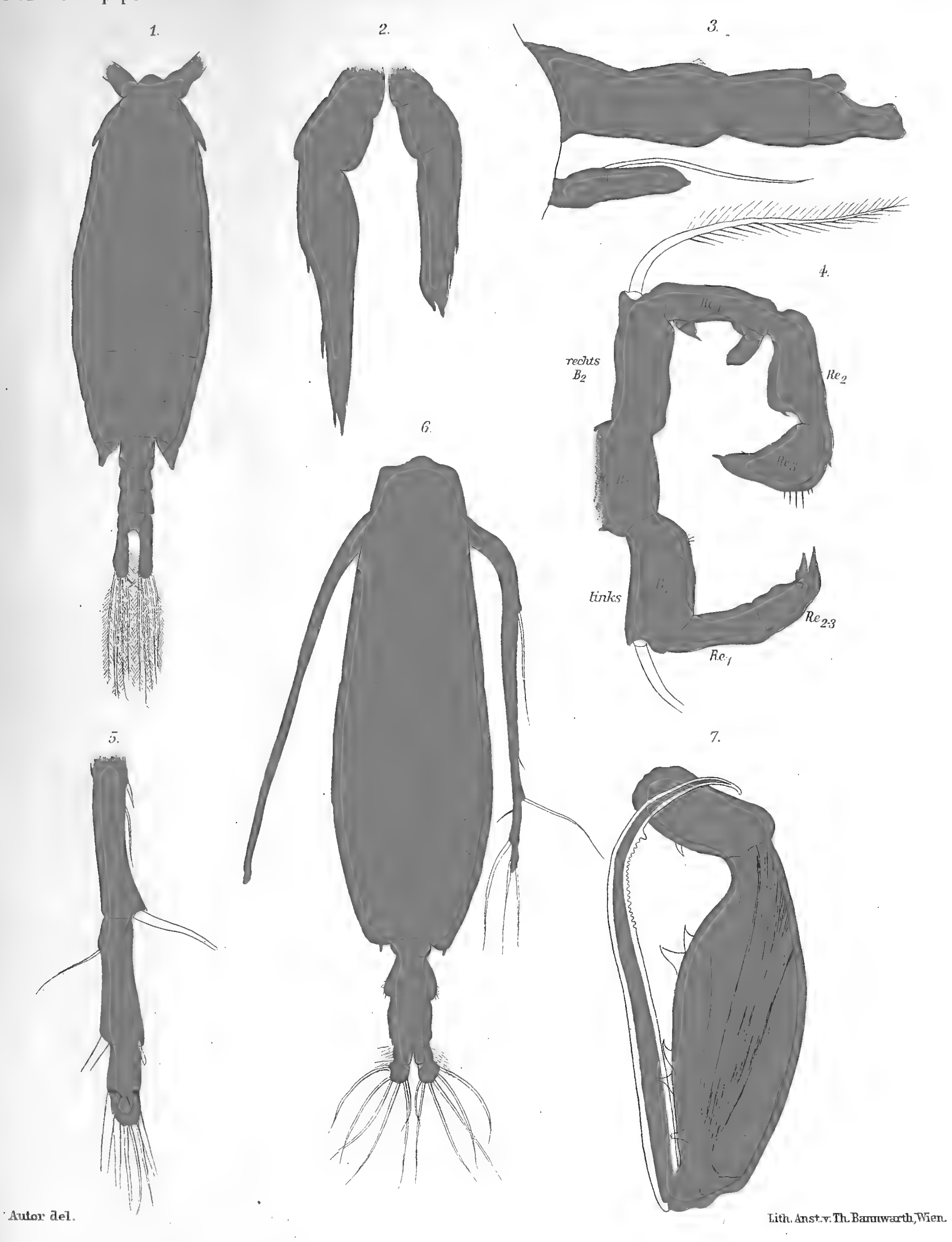
» 3. *Acartia* sp. ♂ iuvenis; Abdomen und 5. Fuß von der Seite.

» 4. *Acartia negligens* ♂; 5. Fußpaar.

» 5. Endglieder der rechten Vorderautenne desselben.

» 6. *Acartia negligens* ♂; Dorsalansicht.

» 7. *Lubbockia aculeata;* hinterer Maxilliped.



Autor del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.



B.

FORTSETZUNG DER BERICHTE

DER

KOMMISSION FÜR OZEANOGRAPHISCHE FORSCHUNGEN

IM

ROTEN MEERE

NÖRDLICHE UND SÜDLICHE HÄLFTE 1895/96—1897/98

EXPEDITIONEN S. M. SCHIFF „POLA" IN DAS ROTE MEER

NÖRDLICHE UND SÜDLICHE HÄLFTE

1895/96—1897/98

ZOOLOGISCHE ERGEBNISSE

XXVIII.

ÜBER STOMATOPODEN DES ROTEN MEERES

VON

DR. HEINRICH BALSS

(MÜNCHEN).

Mit 5 Textfiguren.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 7. JULI 1910.

Die von der »Pola«-Expedition im Roten Meer erbeuteten Decapoden werden zurzeit von Herrn Professor Dr. Doflein bearbeitet. Ich habe es mit seinem Einverständnis unternommen, die Stomatopoden zu untersuchen, und lege hier die Resultate vor.

Es wurden nur drei Arten mitgebracht, die in tiergeographischer Beziehung auf die indopazifische Region hinweisen.

Squilla massavensis als Charakterform des Roten Meeres ist nahe verwandt mit der *Squilla affinis* aus dem Indopacific (hauptsächlich Japan), *Pseudosquilla ciliata* Fabr. und *Gonodactylus chiragra* haben ebenfalls ihre Hauptverbreitung im Indopacific, wenn sie auch in Westindien — *Gonodactylus chiragra* auch im Mittelmeer — gefunden wurden.

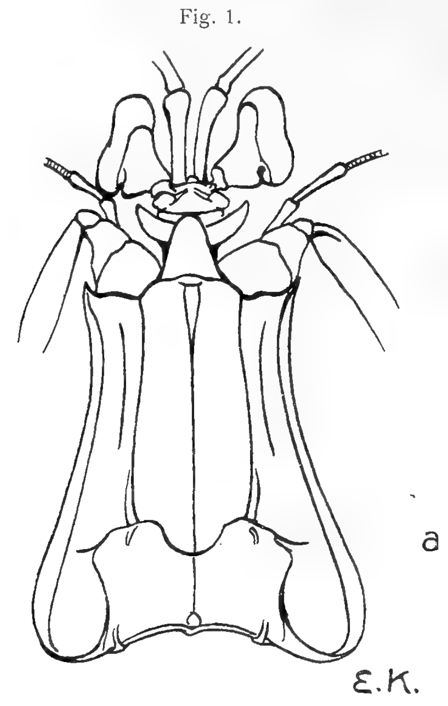
Squilla massavensis R. Kossmann.

R. Kossmann, Reise in das Rote Meer, Bd. II, p. 99, 1880.

Bigelow R. P., Report on the Crustacea of the order Stomatopoda collected by the Steamer Albatross between 1885 and 1891 and on other Specimens in the U. S. National Museum in: Proceedings of the U. S. National Museum, vol. 17, 1895, p. 535.

R. Kossmann stellte nach einem einzigen Exemplare diese Art auf und beschrieb sie als nahe mit *Squilla affinis* Berthold (= *Squilla oratoria* de Haan) verwandt. Bigelow in seiner zusammenfassenden Übersicht stellte sie als Synonym zu der in Ceylon und Vorderindien häufigen *Squilla nepa* Latr., die ebenfalls mit der *Squilla affinis* Berth. nahe verwandt ist.

Fig. 1.



Carapax von *Squilla massavensis* R. Kossmann.

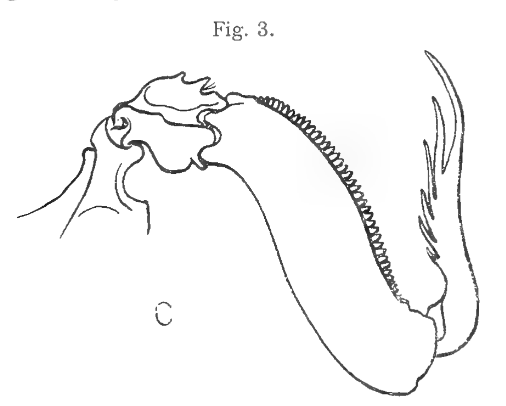
Fig. 2.

b

Carapax von *Squilla nepa* Latr.

Auch mir liegt nur ein einziges Männchen vor, das in Suez im Jänner 1896 gesammelt wurde; nach sorgfältigem Vergleiche mit den beiden anderen Formen bin ich zu dem Schlusse gekommen, daß es mit

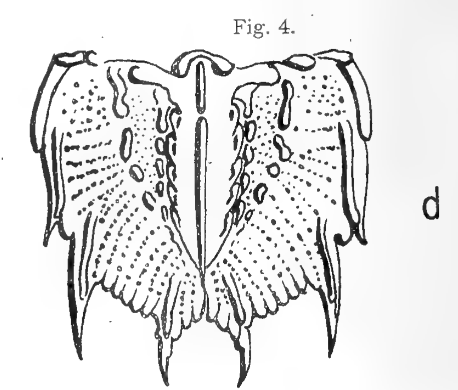
Fig. 3.





Raubfuß von *Squilla massavensis* Kossmann.

Fig. 4.



Endsegment des Pestabdrinen von *Squilla massavensis* Kossmann.

keiner von ihnen zu identifizieren ist und daß die Art daher mit Recht von Kossmann als neu beschrieben worden war.

Als besondere Eigentümlichkeiten erwähne ich:

1. Das Rostrum verschmälert sich nach vorne zu stark und ist quer abgestutzt.
2. Die Augen übersteigen an Größe die der Augen von *Squilla nepa* um ein bedeutendes.
3. Die dritte Längslinie auf dem Carapax verschmilzt nicht mit der zweiten wie bei *Squilla nepa*, sondern endet frei.
4. Auf dem Carpopodit des großen Greiffußes stehen zwei spitze Stacheln, während bei den beiden anderen Arten hier nur stumpfe Höcker sich befinden.

5. Auf dem Schwanzschilde sind zu beiden Seiten der Crista drei Reihen von Höckern ausgebildet, von denen zwei Reihen eng beieinander stehen und eine Furche einschließen, während die dritte Reihe entfernter steht. Diese Höcker fehlen bei *Squilla affinis* Berth., indem sie dort durch Vertiefungen ersetzt sind.

Unzweifelhaft steht unsere Form der *Squilla affinis* Berth., deren Hauptverbreitungsgebiet sich in Japan und Hinterindien befindet, während sie in Ceylon und Vorderindien noch nicht ganz sicher nachgewiesen ist, am nächsten, wie auch von R. Kossmann schon festgestellt wurde (namentlich durch 2. und 3.). Die Verwandtschaft mit der *Squilla mantis* des Mittelmeeres ist dagegen eine viel entferntere. *Squilla massavensis* scheint im Roten Meere sehr selten zu sein, denn unser Exemplar ist erst das zweite, das in der Literatur erwähnt wird.

Fig. 5.



♂



♀

Gonodactylus chiragra Fabr. var. *glabrous*, ♂ und ♀.

Gonodactylus chiragra Fabr.

Es liegen mir vor:

Nr.	Fundort	Exemplare	
1.	Habban	1 ♀	(var. *tumidus*)
2.	Dädalus Riff	1 ♀	(var. *acutus*)
3.	Djeddah	22 ♂, 32 ♀	(var. *glabrous* Brooks)
4.	Berenice	4 ♂, 13 ♀	
5.	Perim	5 ♂, 6 ♀	
6.	Senafir	2 ♂, 5 ♀	
7.	Halaib	14 ♂, 24 ♀	
8.	Raveya	4 ♂, 5 ♀	
9.	Yambo	11 ♂, 4 ♀	
10.	Cameran	1 ♂, 1 ♀	
11.	Massaua	2 ♀	
12.	Mersa Scheik	3 ♂, 7 ♀	
13.	Tor	10 ♂, 6 ♀	
14.	St. John's-Insel	1 ♀	
15.	Dahab	1 ♂, 2 ♀	

Bestimmt habe ich die *Gonodactylus-chiragra*-Varietäten nach dem Schlüssel, den W. F. Lanchaster im ersten Bande der »Fauna and Flora of the Maldive and Laccadive Archipelagoes«, p. 445, gegeben hat.

Ich konnte an dem großen Materiale einen ausgesprochenen sexuellen Dimorphismus feststellen, und zwar sind die Männchen sowohl auf dem Thorax wie auf dem Abdomen gefleckt, während die Weibchen ganz hell und einheitlich gefärbt sind. Dabei tragen die Männchen in der Mediane der freien Segmente zwei quadratische Flecken, darauf folgen nach beiden Seiten noch je zwei dünklere Stellen und die Ränder sind ebenfalls wieder schwarz gezeichnet.

In der Größe scheinen sich beide Geschlechter ziemlich gleich zu verhalten, vielleicht daß im Durchschnitt die Männchen etwas größer sind (♂ 6 *cm*, ♀ 5 *cm* lang).

Wir haben damit einen nur auf Färbung beruhenden Sexualdimorphismus kennen gelernt, dessen Bedeutung wohl in der leichteren Erkennbarkeit der Geschlechter zu suchen ist. Ähnliches hat schon G. Clark bei *Pseudosquilla ciliata* (Fabr.) bemerkt (Proc. Zool. Soc. London 1869).

Im anatomischen Bau nähern sich die Formen der Var *glabrous*, der Var. *graphurus* dadurch, daß oft auf dem sechsten Abdominalsegment ein kleiner mittlerer Kiel angedeutet ist, sie entfernen sich aber wieder von ihr dadurch, daß auf dem siebenten Segmente nur fünf stumpfe Kiele ohne Stacheln am Ende sich befinden.

Pseudosquilla ciliata Fabr.

1 ♀ in Mokka gefunden.

Geographische Verbreitung: Indopazifischer Ozean und Antillen (Porto Rico [Bigelow]).

